



**Tanken war
gestern**



Sportwagen mit Elektroantrieb

Thurgauer Technologietag am 27. März 2009

Josef Althaus



Inhalt



Einleitung

Komponenten

- Batterie
- Elektromotor/Umrichter
- Getriebe
- Integration

Fahreigenschaften

Warum elektrisch fahren?



Projektstart Herbst 2007:

- Bachelorarbeit mit 4 Studierenden
- Finanziert durch BRUSA Elektronik AG, Sennwald
- Fahrzeug: Spyder, Fa. Rudolph Perfect Roadster GmbH

Ausgangspunkt:

- „Leeres“ Fahrzeug von Fa. Rudolph
- Elektromotor und Leistungselektronik von BRUSA
- Fleissige Studenten

Ziel:

- Entwicklung Batterie
- Entwicklung Getriebe
- Integration ins Fahrzeug, Heckantrieb



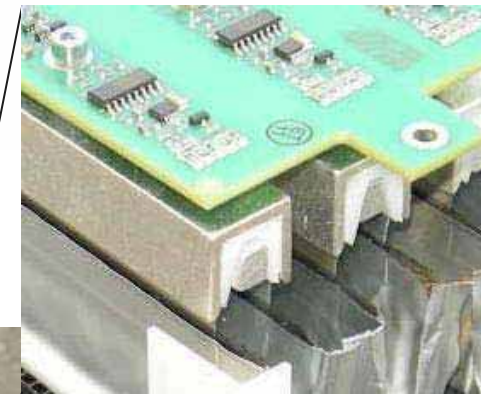
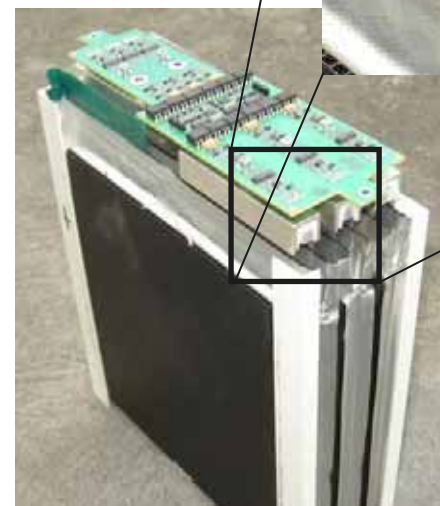
⇒ in 5 sec von 0 auf 100 km/h

Batterie

- 6 Akkuzellen je Akkupaket
 - Je 3,8 V und 40 Ah
 - Sicherheit, Wirtschaftlichkeit
- 18 Akkupakete in der Batterie
 - 400 V Nennspannung
 - 400 A maximal → 160 kW maximal
 - Kapazität: 16 kWh



6 x



18 x

Batterie

- 120 kg Gewicht, wasser- und staubgeschützt
- Luftzirkulation, externe Wasserkühlung
- Batteriemanagement
 - Temperatur- und Spannungsüberwachung
 - Spannungsausgleich zwischen den Zellen
 - Dadurch hohe Lebensdauer (mind. 100 000 km)

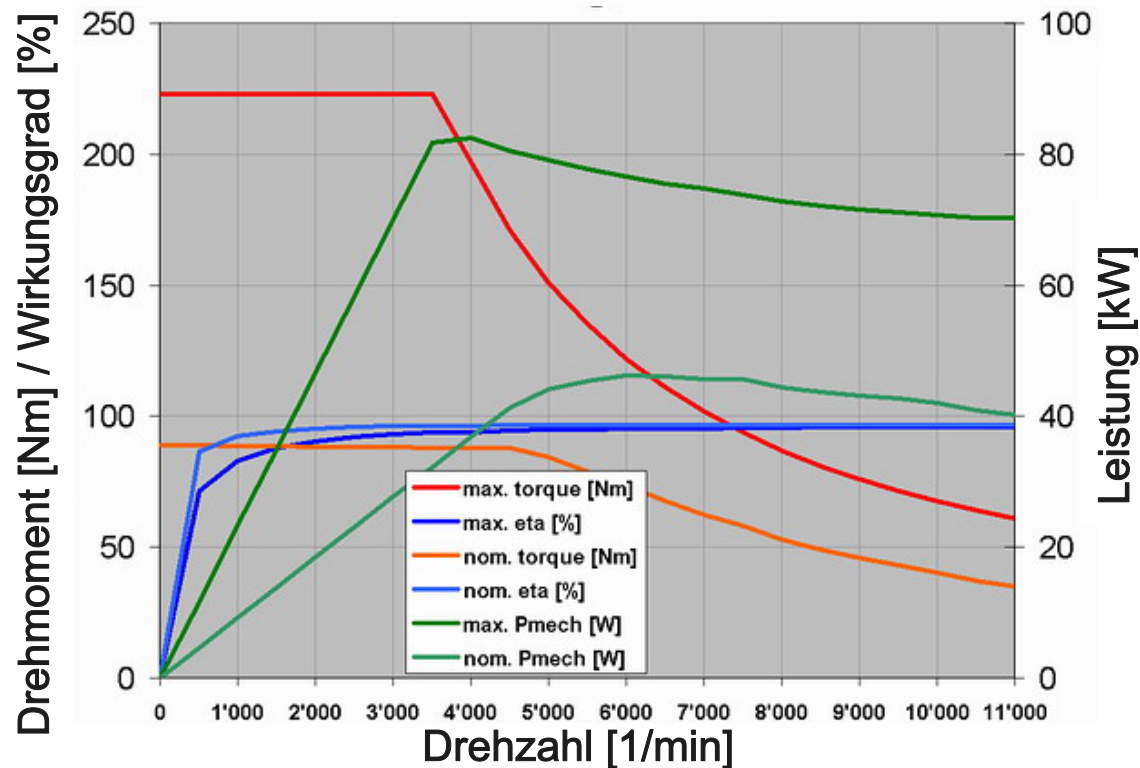


Elektro-Motor von BRUSA

- Pro Hinterrad ein Motor mit 95 kW
- Wirkungsgrad 96%
- Gewicht 53 kg, ca. 30 cm Durchmesser



Hybrid-Synchronmotor



Quellen:
www.brusa.biz

Drehstrom-Umrichter von BRUSA

- Wandelt 400V Gleichstrom aus Batterie in Wechselstrom für Motor
- Effektiver Dauerstrom 225 A
- Wirkungsgrad 97%
- Gewicht 9,5kg



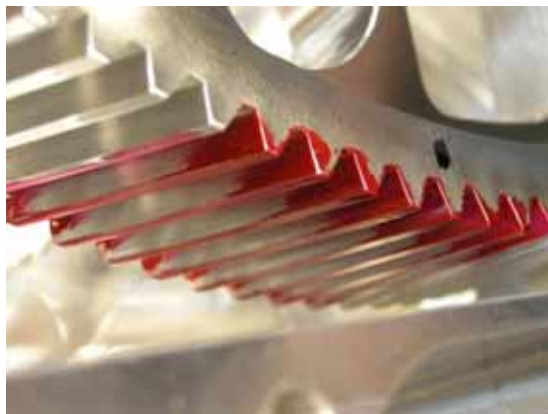
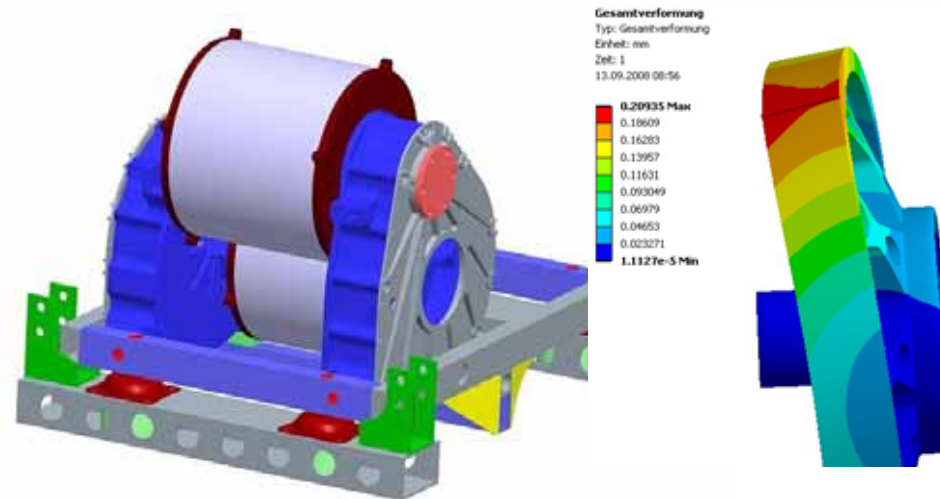
Getriebe

- an der NTB entwickelt
- Getriebeübersetzung 5:1
- Abtriebsdrehmoment 1100 Nm (je Hinterrad)
- Gewicht 17 kg
- Geräuscharm durch
 - Schrägverzahnung
 - Zahnflanken-Korrektur
 - ganzzahlige Sprungüberdeckung
 - hohe Präzision

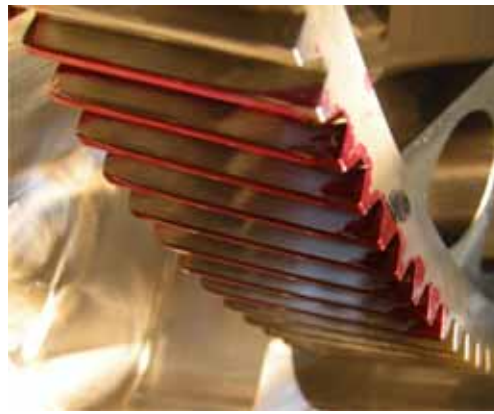


Getriebe

- Simulation
 - Festigkeitsberechnung
 - Verformung unter Last
 - Tragbild-Optimierung
- Test unter Last
 - Geräusch
 - Tragbild-Verifikation



500 Nm



900 Nm



Prüfstand



1. Einleitung
2. Komponenten
- Integration
3. Fahreigenschaften
4. Warum elektrisch fahren?

Integration ins Fahrzeug





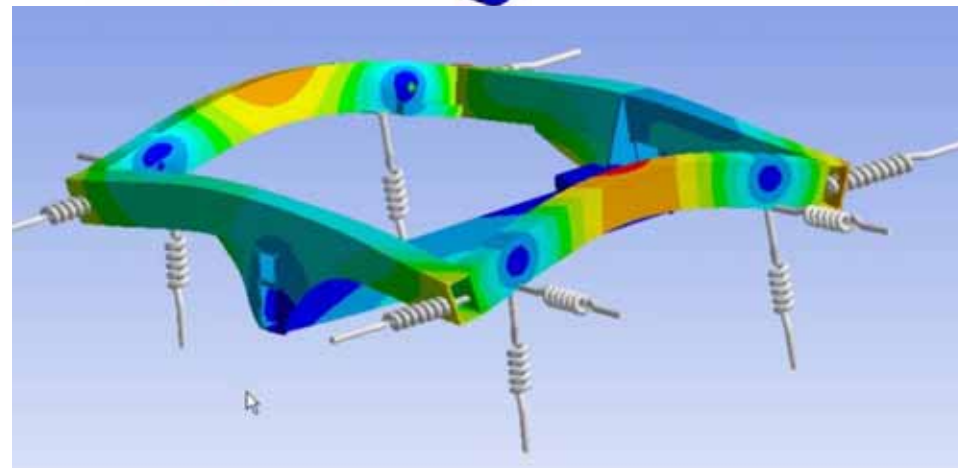
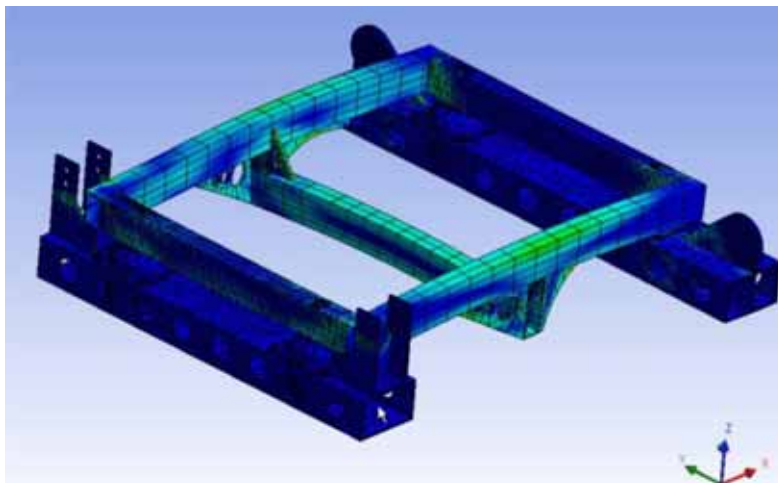
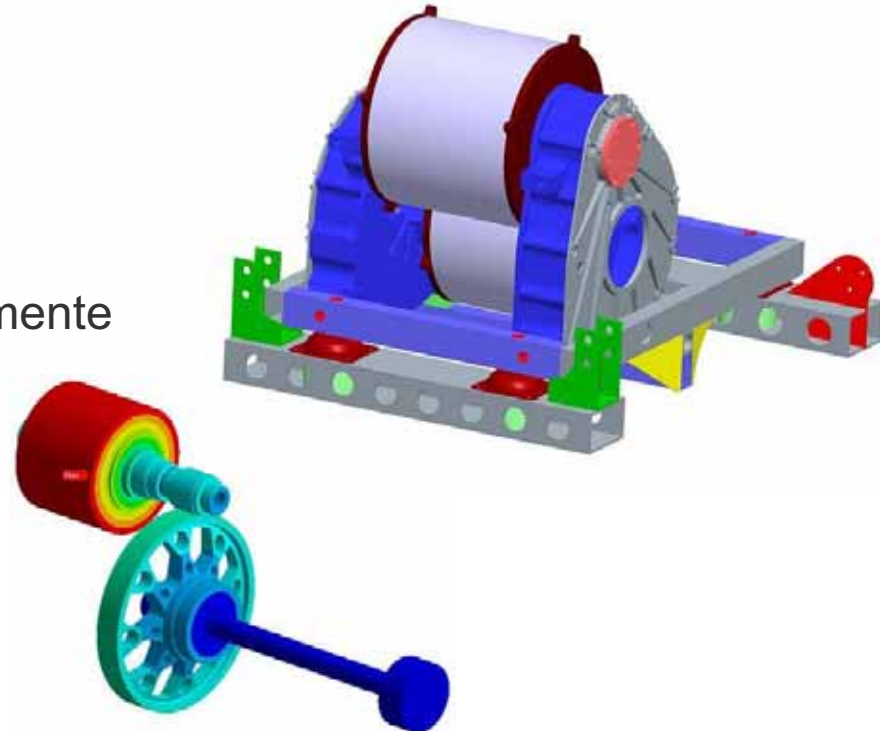
Integration ins Fahrzeug





Integration ins Fahrzeug

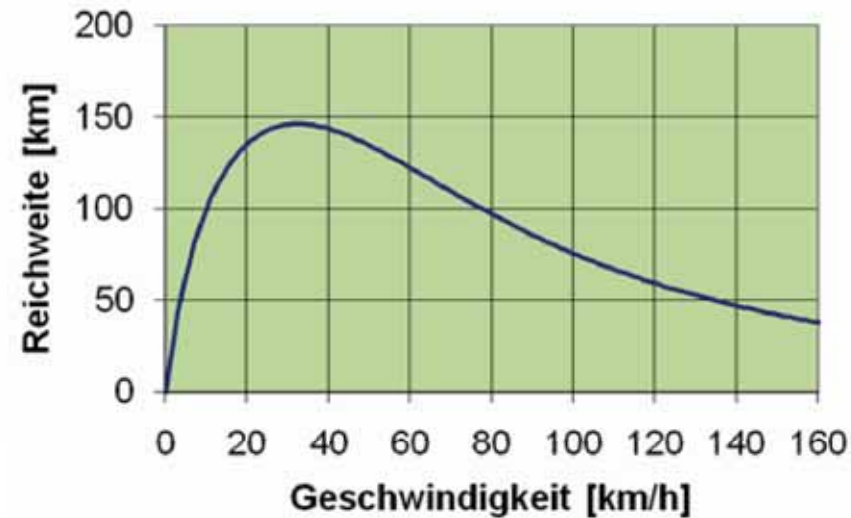
- Batterie und Antriebseinheit
 - Bauraum eingeschränkt
 - Aufhängung über Dämpferelemente
- Simulation
 - Festigkeit der Aufhängung
 - Dynamik, Eigenfrequenzen





Fahreigenschaften

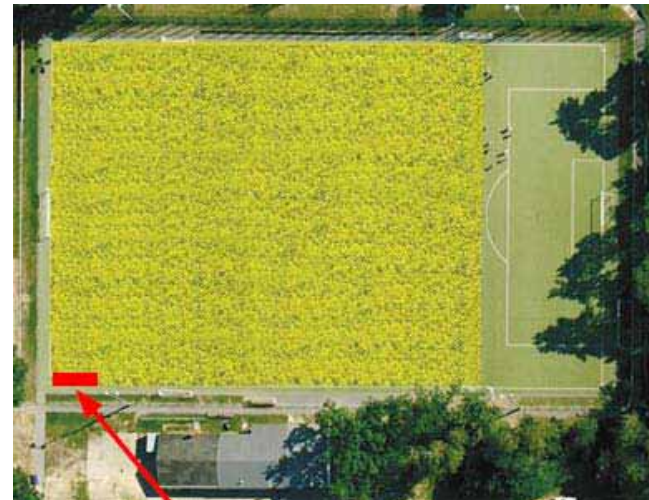
- Reichweite:
100 km bei 80 km/h
- Aufladen
 - 3-4 h an Steckdose
 - 15 min technisch möglich mit Schnellladestation
- Von 0 bis > 200 km/h ohne Gangschalten
- Volles Drehmoment von 0 bis 80 km/h
- Bremsenergie wird zurückgewonnen, „rekuperieren“



Warum elektrisch fahren?

- + 90% Wirkungsgrad
(zu < 20% bei Benzinmotor)
 - + Rekuperieren möglich
 - + 90% aller Fahrten < 100km
 - + Aufladen ist billig
(derzeit ca. 4 SFr)
 - + Biomasse oder Photovoltaik?
- Energiedichte der Batterie nur
3-4% im Vergleich zu Benzintank
 - Reichweite nur ca. 15%
(100-200 km)
 - Batterie ist teuer
(ca. 6000 € für 20 kWh in Serie)

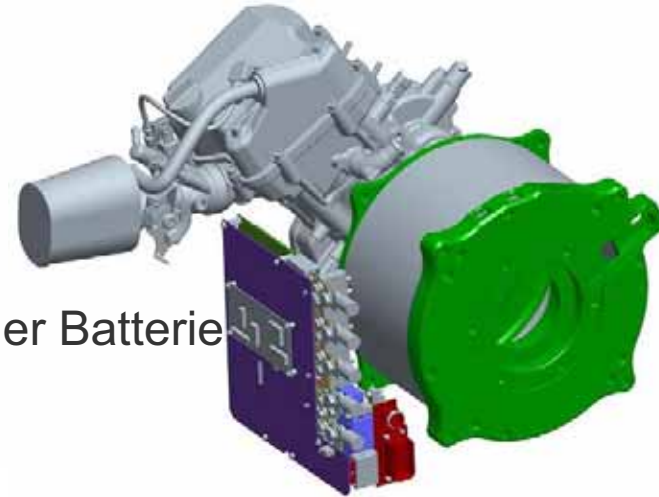
$$\frac{\text{Fläche Feld}}{\text{Fläche Photovoltaik}} = 300$$



Quelle: Grünbuch 2007

Warum elektrisch fahren?

- Für grössere Distanzen:
„Range-Extender“.
 - Benzinmotor+Generator zum Aufladen der Batterie während der Fahrt („Serien-Hybrid“)
 - B-Muster wird derzeit als Bachelorarbeit an der NTB entwickelt
 - Kooperation mit mit BRUSA-Elektronik AG und Swissauto Wenko AG
 - hoher Motor-Wirkungsgrad (~35%)
 - 1-Zylinder-Motor, wälzgelagert
 - immer im optimalen Arbeitsbereich
 - rund 700 km mit 15 Liter (bei 80 km/h)





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

Fragen?