UNREACHABLE

Landesmeister Hamburg 2010

Portfolio

Deutsche Meisterschaft 2010

Inhaltsverzeichnis

GROOTMOOR

Das Team	3
Über Uns	4
Das Auto	5
Entwicklungsprozess	6
1. Highlights: Steam-Jet-Ejactor	7
2. Highlights: Achsen und Räder	8
3. Highlights: Unterboden	9
4. Highlights: Spoiler	10
Virtueller Windkanal	11, 12
Stella- Simulation	13, 14
Software	15
Teamtreffen & Spaß	16
Zeitplan	17
Finanzen	18
Sponsoren	19, 20

Haspa Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER Büroelektronik

Das Team

Bereits zum zweiten Mal treten wir als Team „UNREACHABLE“ an. Nach dem wir letztes Jahr einen Sonderpreis erhielten, beschlossen wir das Team weiter zu führen mit einiger neuer Besetzung. Dieses Jahr gewannen wir die Hamburger Meisterschaft zu dritt.

Das Team besteht nun aus:
Mette Siedler, Victoria Knappe, Elias Rawish und Marc Boe.
Zur Zeit besuchen wir alle die 10. Klasse am Gymnasium Grootmoor in Hamburg.
Durch das Wahlfach „Messen, Modellieren und Simulieren“ haben wir letztes Jahr von diesem Wettbewerb erfahren. Unsere Lehrer geben uns durch dieses Wahlfach, und somit durch die Schulstunden die Chance auch in der Schule an diesem Projekt zu arbeiten und zu verbessern.

Über Uns

GROOTMOOR

Mette Siedler
Teammanagerin, Grafikdesignerin

Koordination und Repräsentation des Teams
Grafische Gestaltung von Portfolio, Visitenkarten, Flyer, Kleidung und Teambox

Alter: 16
Interessen: Ballett, Klavier spielen und zeichnen
„Leben ist wie zeichnen ohne Radiergummi!"
Kees Snyder

Marc Boe
Produktionsingenieur, Marketing

Überprüfung der Realisierbarkeit des Autos
Unterstützung bei Sponsorensuche

Alter: 16
Interessen: Wirtschaft, Politik, IT und lesen
„Die Normalität ist eine gepflasterte Straße; man kann gut darauf gehen - doch es wachsen keine Blumen auf ihr!"
Vincent van Gogh

Elias Rawish
Konstrukteur, Produktionsingenieur

Konstruktion,
Weiterentwicklung,
Verantwortlich für Fertigung des Autos

Alter: 15
Interessen: Fußball, Computer spielen, Politik
„Fantasie ist besser als Wissen, denn unser Wissen ist begrenzt!"
Albert Einstein

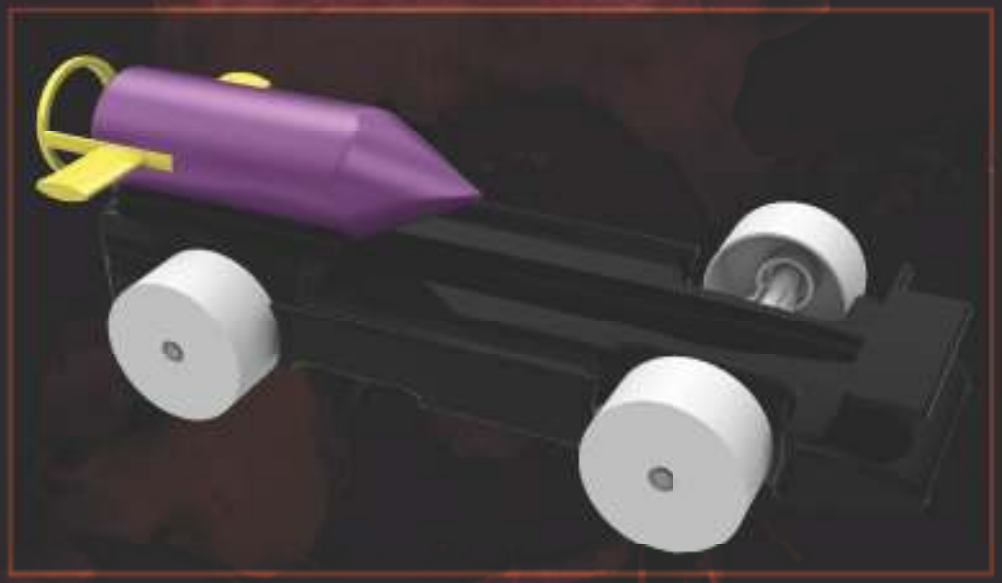
Victoria Knappe
Ressourcenmanagerin

Verwaltung der Finanzen
Organisation der Ressourcen
Sponsoring

Alter: 15
Interessen: Surfen, tanzen und turnen
„Wer glaubt, etwas zu sein, hört auf, etwas zu werden!" *Albert Camus*

Haspa Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER Büroelektronik

Das Auto



Bei der Konstruktion unseres Wagens haben wir auf folgende Punkte großen Wert gelegt:

- Das Auto sollte möglichst klein und leicht sein
- Das Auto sollte einen kleinen Wirkungsquerschnitt haben
- Der Cw Wert des Autos sollte unter 0,3 liegen (0,273)
- Eine innovative Achsenkonstruktion sollte in Zusammenarbeit mit den Spoilern eine ruhige Fahrt ermöglichen
- Unsere Idee bezüglich des Aspirators sollte in die Konstruktion miteinbezogen werden
- Unser Auto sollte unkonventionell sein und sich von den anderen Autos abheben

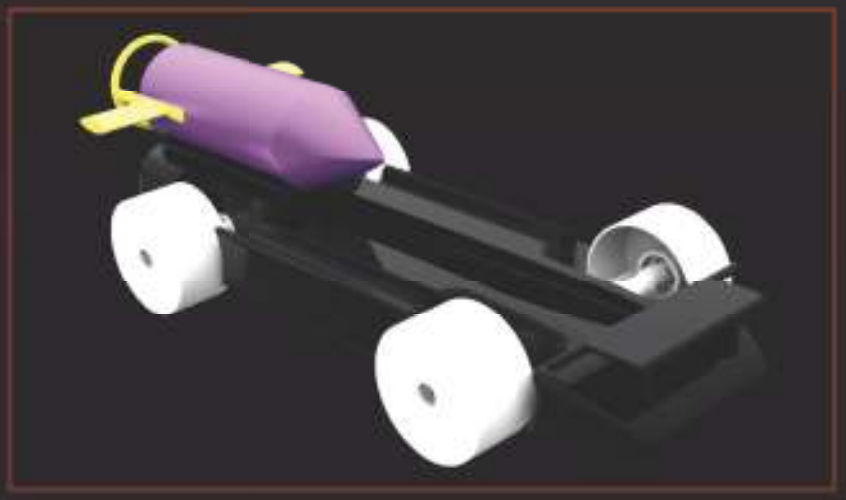
Entwicklungsprozess

GROOTMOOR

V2 „Hyena“

Gemeinsamkeiten:
- Diffusor an Frontspoiler
- Gefederte Achsenkonstruktion
- Räder aus POM
- Rapid Prototyping
- Unterbodenkonstruktion

V4 „Cheetah“

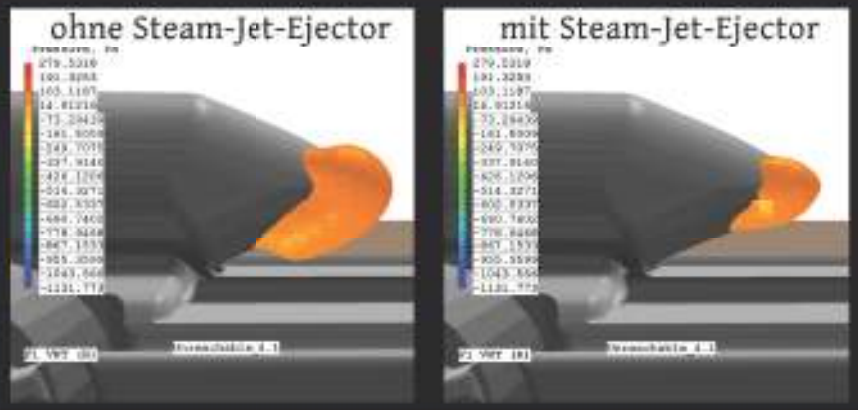


Unterschiede:
- zentraler Strömungskanal
- Steam-Jet-Ejector
- Führungsrillen über den Seitenkästen
- Stabilere gefederte Achsenkonstruktion
- Optimierte Unterbodenkonstruktion

Steam-Jet-Ejector

Der Steam-Jet-Ejector, den unser Konstrukteur Elias konstruierte und mit der Hilfe der Firma Lühr, die uns ihre Maschinen zu Verfügung gestellt hat, fertigte, dient als Verankerung unserer Heckspoiler. Der Steam-Jet-Ejector, der neben der Verwendung als Verankerung, als auch Düse betrachtet werden kann, funktioniert nach dem Bernoulli-Effekt: Quer zur Strömungsrichtung eines fließenden Mediums - in diesem Falle Luft - tritt ein Unterdruck auf.

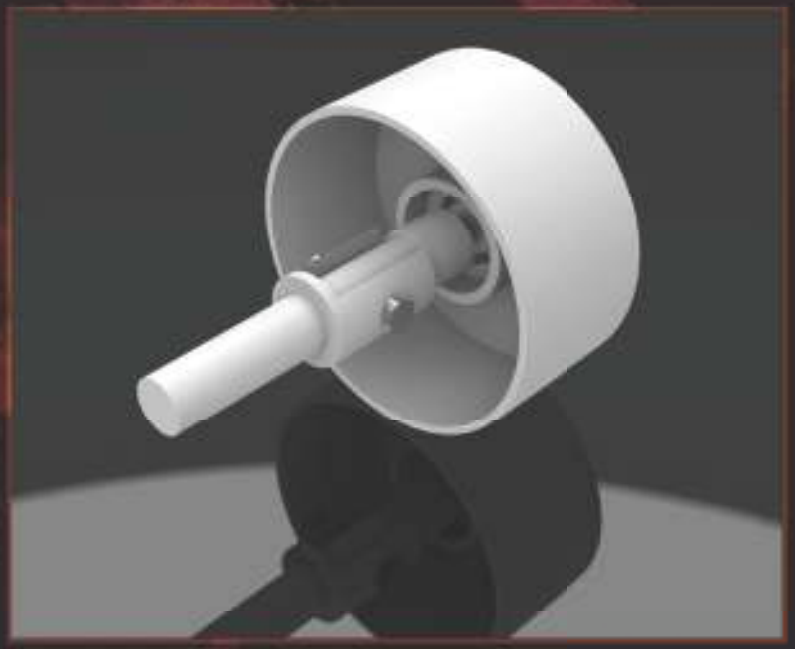
Dieser Unterdruck saugt die Luft, die sich vor der Patronenkammer anstaut, ab und lässt unser Auto noch schneller sein. Der Bernoulli-Effekt tritt unter anderem auch unter der Dusche auf, wenn sich beim Duschen der Duschvorhang nach innen wölbt. Trockene Luft strömt nach oben und erzeugt so einen Sog, der die Vorhänge am Körper kleben lässt.



Achsen und Räder

GROOTMOOR

Da die Achsenkonstruktion durch das Regelwerk kaum eingeschränkt wird, haben wir uns für eine gefederte Einzelradaufhängung entschieden.



Unsere Räder haben wir uns, bei unserem Sponsor Lühr Modell- und Formenbau GmbH aus POM drehen lassen.

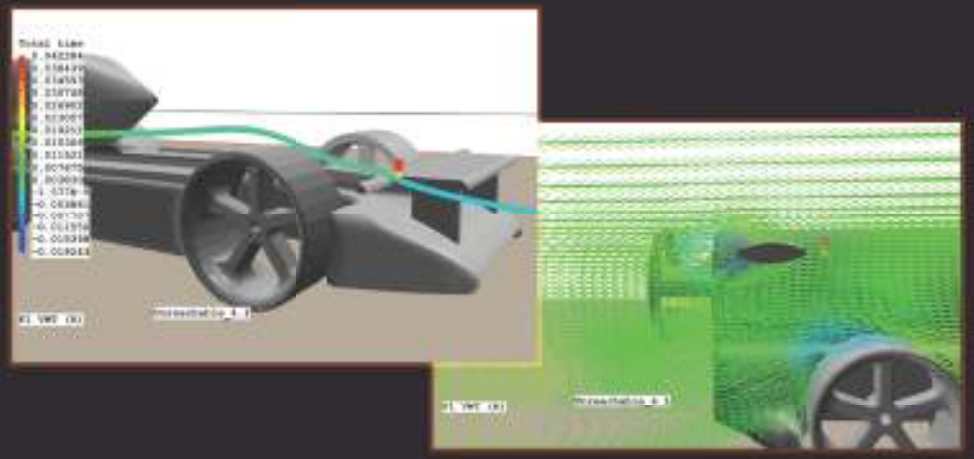
Dafür haben wir am PC ein Gelenk konstruiert und dieses bei unserem Sponsor Lühr Modell- und Formenbau GmbH fertigen lassen. Die Stahlachse wurde an das eine Ende des Gelenkes geklebt, das andere Ende wurde ins Auto gesteckt. Durch eine Art Feder, die am Gelenk sowie am Auto angebracht wird, können wir nun die Fahrt ruhiger gestalten. Diese Feder besteht aus einem Stück Federstahl und ist V-förmig gebogen.

Haspa Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER Büroelektronik

Spoiler

Das besondere an unseren Frontspoilern sind die Diffusoren. Diese sorgen dafür, dass kleine Verwirbelungen entstehen. Tests im virtuellen Windkanal zeigten, dass es sinnvoller ist, kleine turbulente Wirbel zu erzeugen, die besser über die Räder gleiten können, als es bei einer laminaren Luftströmung der Fall wäre. Umgesetzt wurde diese Erkenntnis bereits bei der Mercedes-Benz-Studie „Bionic Car“ von 2005 mit einem cw-Wert von 0,15.

Die Heckspoiler sind eher einfach gehalten und dienen dazu, einen minimalen Auftrieb zu erzeugen. Dadurch, dass das Auto hinten schwerer durch die Gaspatrone sein wird als vorne, muss das Auto während der Fahrt hinten leicht angehoben werden, damit die Achsenkonstruktion optimal arbeiten kann.

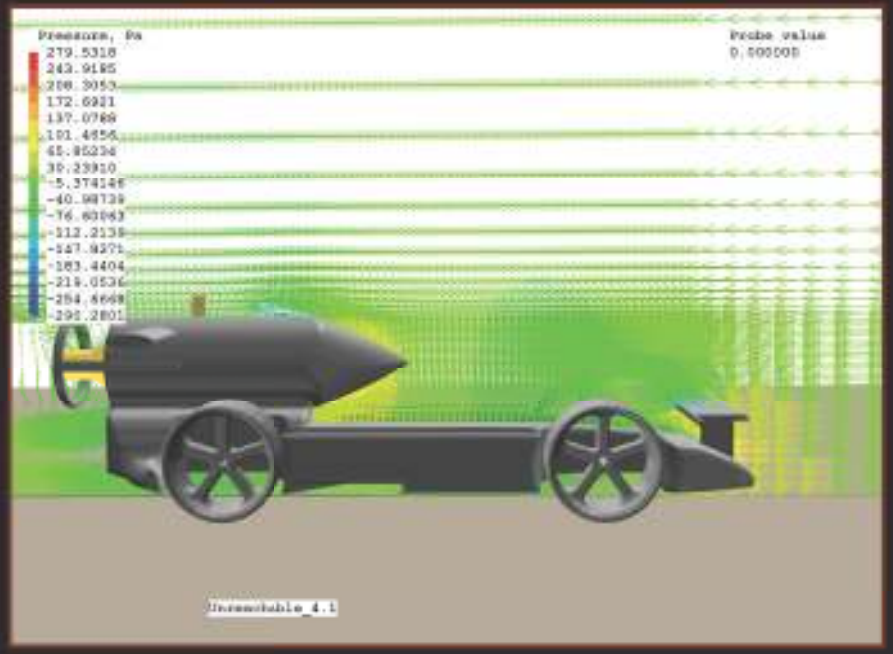


Unsere Spoiler haben wir via Rapid-Prototyping fertigen lassen. Dies ist eine Form der Fertigung, bei der man die flüssige Phase umgehen kann.

Haspa Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER Büroelektronik

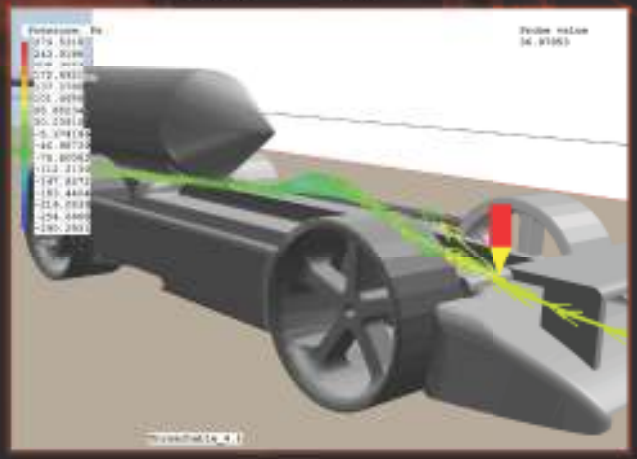
Virtueller Windkanal

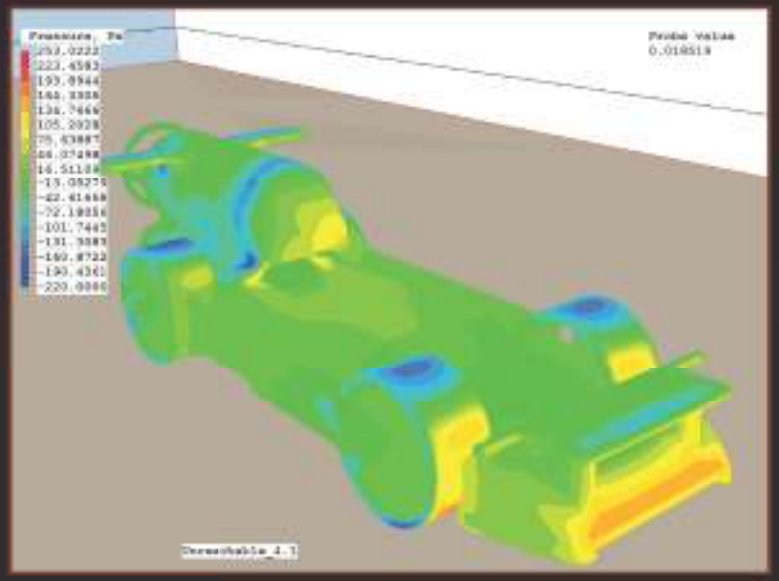
Als CFD (Computational Fluid Dynamics) Programm haben wir F1 VWT verwendet. Dabei mussten wir uns dieses Jahr nicht mehr intensiv einarbeiten, da wir dies bereits zur Saison 2009 getan haben. Wir haben unser Auto als .STL Datei in SolidEdge abgespeichert und es in den Windkanal importiert.



Unser Wettbewerbsmodell hat einen CDx Wert von 2,6. Wohingegen unser erster Entwurf einen CDx Wert von über 3,4 hatte. Der Strömungswiderstandskoeffizient (CDx oder CW Wert) beeinflusst die Widerstandskraft, die möglichst klein gehalten werden sollte.

Die Formel für die Widerstandskraft lautet:
FW = 1/2 * p * CW * A * V2
Dabei sind p (Dichte der Luft), V (Geschwindigkeit des Autos) nicht (sinnvoll) beeinflussbar. Somit liegt es nahe, dass wir den CW Wert verringern und die Referenzfläche A (den Wirkungsquerschnitt des Autos) gering halten sollten. Dies haben wir dadurch erreichen können, dass wir einerseits das Auto schmal und flach konstruiert haben, anderseits eine Strömungsgünstige Form gewählt haben.





Die Berechnung eines Modells nimmt bei einem modernen Core I7 mit 4GB RAM ca. 14 Std Zeit in Anspruch. Dabei ist anzumerken, dass die Software leider kein Multithreading unterstützt. Allerdings haben wir mit virtuellen PCs gearbeitet, um so vier Simulationen gleichzeitig (eine je Prozessorkern) durchführen zu können.

Haspa Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER Büroelektronik

Stella-Simulation

Um eine Vorhersage treffen zu können, wie schnell unser Auto sein wird, hat unser Konstrukteur mit der Simulationssoftware STELLA eigens eine Simulation der Fahrt unseres Autos geschrieben. Diese Simulation beinhaltet folgende Faktoren:

- Brennzeit der CO2 Patrone
- Treibstoffmasse (wie viel CO2 ist in der Patrone?)
- Masse des Autos
- Treibstoffausstoßgeschwindigkeit
- Luftdichte
- cw Wert
- Wirkungsquerschnitt
- Rollwiderstand
- Masse der Räder
- Durchmesser der Räder
- Trägheitsmoment der Räder
- Drehmoment der Räder

Da die genaue physikalische Erklärung und Herleitung aller Formeln, Funktionen und Zusammenhänge den Rahmen dieses Portfolios deutlich sprengen würden, nennen wir als Beispiel den Einfluss des Luftwiderstandes während der Fahrt:
Die Formel für die Widerstandskraft (Bremskraft).

F lautet: $F = 12 \cdot v2 \cdot A \cdot cw \cdot \rho$
(F = Bremskraft, A = Wirkungsquerschnitt,
v = Geschwindigkeit, cw = Widerstandsbeiwert,
= Dichte der Luft)

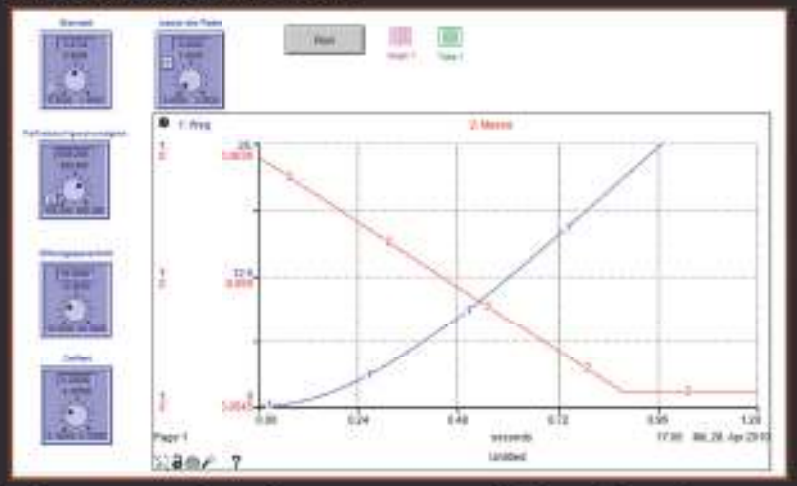
GROOTMOOR

Aus dieser Formel lässt es sich erschließen, dass wir, um ein schnelles Auto zu konstruieren, den cw Wert, sowie den Wirkungsquerschnitt so klein wie möglich halten müssen.
Der Code für die Simulation:

```
Masse(t) = Masse(t - dt) + (- Treibstoffdurchsatz) * dt
INIT Masse = 0.063 (kg)
OUTFLOWS:
  Treibstoffdurchsatz = Treibstoffmasse/Brennzeit-STEP(Treibstoffmasse/Brennzeit,Brennzeit)
vRakete(t) = vRakete(t - dt) + (Beschleunigung) * dt
INIT vRakete = 0 (m/s)
INFLOWS:
  Beschleunigung =
  ((AbsAusstoßgeschwindigkeit*Treibstoffdurchsatz)/Masse)-(Widerstandskraft/Masse)-(Drehmoment/Masse)
Weg(t) = Weg(t - dt) + (Geschwindigkeit) * dt
INIT Weg = 0 (m)
INFLOWS:
  Geschwindigkeit = vRakete
AbsAusstoßgeschwindigkeit = RelTreibstoffgeschwindigkeit-vRakete
Brennzeit = 0.5 (s)
CwWert = 0.3
Drehmoment = Trägheitsmoment*Winkelbeschleunigung
Luftdichte = 0.0012 (g/cm³)
masse_des_Rades = 0.003
max_Winkelgeschwindigkeit = 18000
r1 = 0.015
r2 = 0.01425
RelTreibstoffgeschwindigkeit = 4000 (m/s)
Trägheitsmoment = 0.5*masse_des_Rades*(r1^2+r2^2)
Treibstoffmasse = 0.009 (kg)
Widerstandskraft = 0.5*vRakete^2*CwWert*Luftdichte*Wirkungsquerschnitt
Winkelbeschleunigung =
((max_Winkelgeschwindigkeit*360/60)/3.1415926535897932384626433832795*2)/0.4
Wirkungsquerschnitt = 25 (cm²)
```

Wie man sehen kann, wurde die Widerstandskraft in die Funktion der Beschleunigung mit eingerechnet/aufgenommen/einbezogen.

Das Simulationsfenster:



Dank der verschiedenen Variablen für bestimmte Faktoren lässt sich nun z.B. leicht Simulieren, was wäre, wenn z.B. unsere Räder statt 3g, 10g schwer wären. So konnten wir auch testen, welcher Raddurchmesser am besten zu unsererm Gesamtkonzept passt. Die Werte der Simulation lassen sich als Tabelle oder Graph speichern, sodass sich Unterschiede sofort erkennen lassen.

Haspa Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER Büroelektronik

Software

SOLID EDGE

Solid Edge ist ein 2D/3D-MCAD-System. Wir haben mit Solid Edge unser Auto konstruiert.

CAM EXPRESS
VELOCITY SERIES

CAM Express ist eine Software, die uns ermöglicht, dass 3D CAD Modell numerisch auf die CNC gesteuerte Fräsmaschine zu übertragen.

Adobe Photoshop ist ein Bildbearbeitungsprogramm des US-amerikanischen Softwarehauses Adobe Systems. Mit Adobe Photoshop haben wir unsere Bilder bearbeitet.

Adobe Illustrator ist ein vektorbasiertes Grafik- und Zeichenprogramm. Es gehört auch zum Software Haus Adobe Systems. Mit Adobe Illustrator haben wir unsere Layouts entwickelt.

Cinema 4 D ist eine 3D-Grafik-Software mit der man 3D-Modelle, Computergrafiken und Animationen erstellen kann. Cinema 4 D haben wir für unsere Rendering Szene benutzt.

Wir haben uns für eine alternative Präsentation entschieden. Prezi ist ein Programm, bei dem man Präsentationen im Flash Modus abspielet.

Dropbox ist ein Webdienst, mit dem wir Datein auf verschiedenen Rechnern austauschen konnten.

Mit Gantt Project kann man Projekte planen und einem Diagramm festhalten, um sich eine bessere Übersicht zu verschaffen.

LÜHR Modell- und Formenbau GmbH
dirk hansen Fachkräfte
igus
MB3D
ABSOLUT DIGITAL
GROOTMOOR

Teamtreffen & anderes

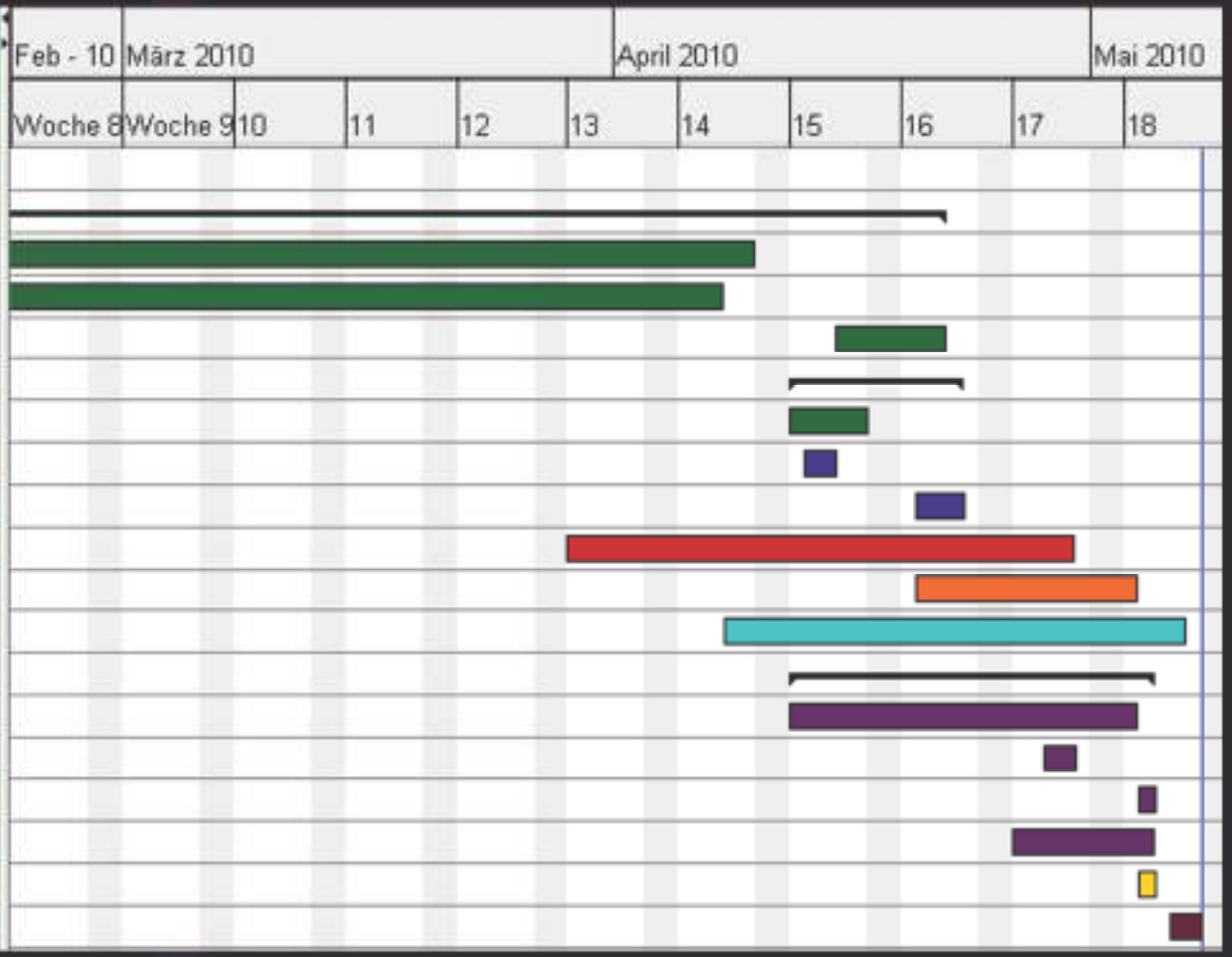
GROOTMOOR

Haspa
Hamburger Sparkasse
BOGE
Hartfelder
Spiel- & Hobbyhaus
SCHAEFER
Büroelektronik

Zeitplan

GANTT project

Vorgang	Anfang	Ende
Regionalmeisterschaft	15.02.10	05.03.10
Konstruktion	16.02.10	22.04.10
Konstruktion neues Auto	16.02.10	10.04.10
Kontruktion Achsen	16.02.10	08.04.10
Konstruktion Spoiler & Räder	15.04.10	22.04.10
Fertigung	12.04.10	23.04.10
Autos	12.04.10	17.04.10
Kugellager und Achsen besor...	13.04.10	15.04.10
Fertigung Spoiler & Achsen	20.04.10	23.04.10
Sponsoren finden	29.03.10	30.04.10
Lackieren des Autos	20.04.10	04.05.10
Zeit für Testfahrten	08.04.10	07.05.10
Portfolio & Präsentation	12.04.10	05.05.10
Portfolio und Box Design	12.04.10	04.05.10
Text für Portfolio und Box	28.04.10	30.04.10
Druck Portfolio und Box	04.05.10	05.05.10
Präsentation erstellen & lernen	26.04.10	05.05.10
Montage	04.05.10	05.05.10
Deutsche Meisterschaft	06.05.10	08.05.10



LÜHR Modell- und Formenbau GmbH
dirk hansen Fachkräfte
igus
MB3D
ABSOLUT DIGITAL
GROOTMOOR

Finanzen

GROOTMOOR

Artikel

Teamoutfit	-210€
Boxengasse - Plakate	-300€
Boxengasse - Beleuchtung	-32,50€
Boxengasse - Sonstiges	-62,90€
Hotel	-300€

Sponsoring

Hamburger Sparkasse	300€
Boge Kompressoren	300€
Hartfelder Spiel- und Hobbyraum	150€
Schaefer Büroelektronik	150€
Alfa Romeo	200€

Dienstleistungen

Lühr Modell- und Formenbau GmbH	9500€
Lackiererei Dirk Hansen	200€
Igus	200€
Absolut Digital	200€
Summe:	10.400€

Saldo: 34.60 €

Gesamtvolumen:

12.415,40€

Haspa Hamburger Sparkasse · BOGE · Hartfelder Spiel- & Hobbyhaus · SCHAEFER Büroelektronik

Sponsoren

LÜHR
Modell- und Formenbau GmbH

Lühr Modell- und Formenbau GmbH ist eine Firma die ihre Dienstleistungen von Konstruktion, Fertigung, Messtechnik und Montage qualitativ anbietet. Als Hauptsponsor gelten sie deshalb, weil sie die uns die Fertigung von den Autos, der Spoiler, Gelenke und Räder ermöglichten

dirk hansen LACKIERERE

Die *Lackiererei Dirk Hansen* hat ihren Sitz in Hamburg Stellingen. Sie machten es uns möglich die Autos mit einer professionellen Lackierung zu versehen.

ALFA ROMEO

Alfa Romeo ist eine italienische Automarke. Das Autohaus in Hamburg unterstützte uns mit finanziellen Mitteln.

ABSOLUT DIGITAL

Absolut Digital ist eine Druckerei in Hamburg. Sie bedruckt sogut wie alles was nicht niet und nagelfest ist. Sie ermöglichten uns den Druck von Portfolio, Teamkleidung, Visitenkarten und Flyern.

igus

Igus ist Entwickler und Hersteller von wartungsfreien Kunststoff-Gleitlager, Gelenklager. Sie sponsorten uns die Kugellager.

Hartfelder
Spiel- & Hobbyhaus

Hartfelder ist ein Spielzeuggeschäft sowie Modellautohaus. Sie unterstützten uns finanziell.

GROOTMOOR

BOGE

Boge Druckluftsysteme hat seinen Sitz in Bielefeld. Boge entwickelt effiziente Systemlösungen in der Druckluftversorgung und produziert qualitätsbewusst *Boge-Kompressoren*. Auch bei der Deutschen Meisterschaft haben sie uns finanziell unterstützt.

SCHAEFER Büroelektronik

Schaefer Büroelektronik bietet verschiedene Dienstleistungen an. Im Vordergrund steht die Hilfe bei Computerproblemen in der Hardware. Bei der Regionalmeisterschaft unterstützten sie uns finanziell und taten auch dies bei der Deutschen Meisterschaft.

Haspa Hamburger Sparkasse

Die *Hamburger Sparkasse* AG (Haspa) ist die marktführende Bank in Hamburg. Sie bietet eine umfassende Palette von Leistungen für Privat- und Firmenkunden. Auch von der Haspa wurden wir durch finanzielle Mittel unterstützt.

MB3D

MB 3D half uns bei der Überarbeitung der Renderings und Grafiken.

GROOTMOOR

Auch ein Dank gilt an unsere Schule und Lehrer, die es uns möglich gemacht haben am Wettbewerb teilzunehmen.