

Seminararbeit
aus dem Leitfach
Chemie

Thema:
Formel 1 in der Schule

Verfasser: **Stefan Matl**

Kursleiter: **Michael Grahert**

Erzielte Note: in Worten:

Erzielte Punkte: in Worten:

abgegeben bei der Oberstufenkoordination:

.....
Unterschrift des Kursleiters / der Kursleiterin

Inhaltsverzeichnis

1 Der Wettbewerb.....	3
2 Das Projekt.....	4
2.1 Teambildung.....	4
2.2 Sponsoring.....	4
2.3 Regelwerk.....	5
2.4 Bewertung.....	5
3 Konstruktion / CAD.....	6
3.1 Grundlagen.....	6
3.2 Baugruppen.....	7
4 Virtueller Windkanal / CAE.....	8
4.1 Austauschformat.....	8
4.2 Solver.....	8
4.3 Visualisierung.....	9
5 Von der Idee zum realen Modell.....	10
5.1 Anforderung.....	10
5.2 CAM.....	10
5.3 Fräsen.....	11
6 Rendering.....	12
6.1 Design.....	12
6.2 Farbgebung.....	12
6.3 Rendermodus.....	13
7 Lackierung.....	14
7.1 Vorbereitung.....	14
7.2 Vorkehrungen.....	14
7.3 Lackschichten.....	15
7.4 Texturen.....	15
8 Zusammenbau.....	16
8.1 Rennwagenbausatz.....	16
8.2 Konzept.....	16
8.3 Fertigung.....	16
9 Theoretische Ansätze.....	17
9.1 Optimierung der Konstruktion.....	17
9.2 Wahl der Materialien.....	18
10 Tests.....	19
10.1 Realer Windkanal.....	19
10.2 Rennbahn.....	20
10.3 High-Speed-Aufnahmen.....	20
10.4 Analyse.....	21
10.5 Optimierung.....	22
11 Präsentation.....	23
11.1 Portfolio.....	23
11.2 Mündliche Präsentation.....	23
11.3 Technische Zeichnung.....	24
11.4 Animationen.....	24
11.5 Corporate Identity.....	25
11.6 Teamstand.....	25
12 Das Ziel – die Weltmeisterschaft.....	26
12.1 Aufwand.....	26
12.2 Kollaboration.....	26
12.3 Fazit.....	26
13 Literaturverzeichnis.....	27
14 Bildnachweis.....	27
15 Eigenständigkeitserklärung.....	28

1 Der Wettbewerb

Von der Idee zum realen Modell. Formel 1 existiert nicht nur auf mehrere Kilometer langen Strecken, sondern auch in ganz klein. Hierbei fahren ungefähr 20 cm lange Rennboliden auf einer 20-Meter-Strecke mit bis zu 130 km/h. Angetrieben werden die Miniaturrennautos durch eine CO₂-Patrone, die sie diese Strecke innerhalb etwa einer Sekunde bewältigen lässt. Damit es aber erst einmal soweit kommt, ist ein langer Entwicklungsprozess nötig, bis so ein fertig ausgereiftes Modell an den Start gehen kann.

“Formel 1 in der Schule” ist ein internationaler Technologiewettbewerb, bei dem Schülerinnen und Schüler im Alter zwischen 10 und 18 Jahren in Teams von drei bis sechs Personen solche Autos entwickeln und fertigen. Der Wettbewerb umfasst 30 Länder sowie neun Millionen Teilnehmer. Hervorgerufen wurde er, um das technische Verständnis der Jugendlichen zu fördern und sie mit diesem Aufgabenfeld vertraut zu machen. Neben Eigenschaften wie Teamfähigkeit und Verantwortungsbewusstsein sammeln die Schülerinnen und Schüler eine Menge Erfahrung im Bereich Projektmanagement, Vermarktung und natürlich Physik und Technik, da es einen hohen Aufwand erfordert, dieses Projekt bis zum Ende nicht scheitern zu lassen.



Weltmeisterschaft der Formel 1 in Singapur (gleichzeitig mit der Weltmeisterschaft von Formel 1 in der Schule)

2 Das Projekt

2.1 Teambildung

Innerhalb der Gruppe müssen verschiedene Aufgaben übernommen werden.

Der Teammanager ist vor allem für die Organisation des Teams zuständig. Er koordiniert, plant, leitet und vertritt das Team nach außen. Im Gegensatz zu einer Firma, bei der der Geschäftsführer in einer Hierarchie ganz oben steht, sind alle Teammitglieder gleichberechtigt. Der Ressourcenmanager ist ständig auf der Suche nach Sponsoren und versucht, die Materialien zu beschaffen, die für das Projekt benötigt werden. Die technisch anspruchsvollste Rolle übernimmt der Konstrukteur. Er ist für die virtuelle Entwicklung zuständig, d. h. er konstruiert und testet das Fahrzeug am Computer. Ist dies geschehen, kann der Produktionsingenieur mit seiner Arbeit beginnen. Er ist dafür zuständig, das virtuelle Modell real umzusetzen. Er arbeitet eng mit dem Konstrukteur zusammen. Zu seinen Aufgaben gehört die gesamte Produktion, sowie der spätere Zusammenbau. Der fünfte Aufgabenbereich fällt dem Grafikdesigner zu. Dieser rendert das Auto, entwirft ein Design und sorgt für ein möglichst elegantes Layout. Natürlich sind die Aufgaben der Teammitglieder nicht immer streng abgegrenzt, sondern erst durch den Austausch untereinander kann ein Team diese Leistung erbringen. Jeder arbeitet dort, wo er gerade am meisten gebraucht wird und das Wichtigste, ohne das ein Team überhaupt nicht zum Wettbewerb antreten kann, nämlich das Auto, wird von allen zusammen und auch durch die Hilfe der Sponsoren entwickelt.

2.2 Sponsoring

Wie gerade angesprochen, ist auch die Aquirierung von Sponsoren ein unerlässlicher Teil des Projekts. Meist durch den Ressourcenmanager kontaktiert, unterstützen die Sponsoren bei den verschiedenen Aufgaben, wie eine aerodynamische Betrachtung des Wagens, z.B. in einem Windkanal, dem Fräsen des Chassis oder der Herstellung der Räder.

Bei diesem Sponsoring muss zwischen finanziellem Sponsoring und Dienstleistungen unterschieden werden. Finanzielles Sponsoring geschieht meist durch die Bewilligung von Geldern, z.B. für den Kauf von Balsaholz, aus dem alle Autos per Regelwerk gefertigt werden müssen. Dienstleistungen dagegen werden von den Sponsoren direkt erbracht, d.h. der Sponsor erledigt unentgeltlich gewisse Aufgaben, wie z.B. das Fräsen des Chassis, für die er die nötigen Maschinen besitzt. Der Wert dieser Dienstleistungen kann zwischen ein paar Euro und mehreren Millionen schwanken.

Größeren Firmen fällt es oft leichter, solche Unterstützungen anzubieten. Im Gegenzug kann das Team Werbung für die Sponsoren machen, z.B. im Internetauftritt, auf Flyern, Plakaten, der Teamkleidung, in Zeitungsartikeln, in Form von Aufklebern auf dem Auto und Ähnlichem. Gründe für die Unterstützung sind meist die Förderung der Jugend sowie technischer Projekte.

2.3 Regelwerk

Ein ca. 25-seitiges Regelwerk gibt gewisse Bedingungen für das Rennauto vor. So gibt es z.B. Minimal- und Maximalmaße für Heckspoiler, Frontspoiler, Räder und auch fast alle anderen Abmessungen. Es ist vorgeschrieben, dass das Auto aus Balsaholz gefräst werden muss und welche Nachbearbeitungen erfolgen dürfen. Neben Regeln, die festlegen, dass die Räder von der Seite und von oben sichtbar sein müssen, beinhaltet das Regelwerk auch die Notwendigkeit von Seitenkästen, sowie ein der Formel 1 ähnliches Aussehen. Nichtbeachten der Regeln führt meist zum Punktabzug. Nur in seltenen Fällen wird ein Team disqualifiziert, z.B. dann, wenn sicherheitskritische Teile betroffen sind.

2.4 Bewertung

Die folgende Tabelle zeigt die Punkteverteilung und deren Kriterien.

	Punktzahl	Erklärung
Technische Bewertung		
Spezifikation	40	Einhaltung des Regelwerks in der Konstruktion
CAD / CAE / CAM	20	Anwendung von CAD (Konstruktion), CAM (Fertigung), Technische Zeichnung, Simulation, Modellierungstechniken
Fertigungsqualität	20	Übereinstimmung Fertigungsergebnis und Konstruktion, Form, Oberflächenqualität, Anwendung von CAM / CNC
Teamdarstellung		
Portfolio	30	Projektmanagement, Entwicklung, Ergebniskommunikation
Entwurfsprozess	20	Konzepte, Entwicklung, Tests, Materialien, Fertigung
Boxenausstattung / Vermarktung	20	Team-Identität, Marketing, technisches Equipment
Mündliche Präsentation		
Übersichtlichkeit	20	Ziele, Gliederung, Konzept, Zeiteinteilung, Ausgewogenheit
Präsentationstechnik	20	Gemeinschaftspräsentation, Präsentationsmittel, Interaktion mit Publikum, Vortragsstil
Inhalt / Innovationen	20	Teamstruktur, Alleinstellungsmerkmale, Innovation
Rennbahn		
Fahrzeit	80	Bewertung relativ zur besten Fahrzeit des Tages
Reaktionszeit	10	Bewertung relativ zur besten Reaktionszeit des Tages
Summe	300	Summe bestimmt unmittelbar die Platzierung

Erst wenn man auf ein Signal reagiert, wird das Auto gestartet. Die vergangene Zeit zwischen dem Signal und dem erfolgten Start des Autos ist die Reaktionszeit. Reagiert der Starter zu früh, wird der Durchgang als Fehlstart gewertet und das Auto startet nicht. Es gibt vier Durchgänge.



Reaktionstest mit optischem Signal (rote Lichter gehen v.l.n.r. an)

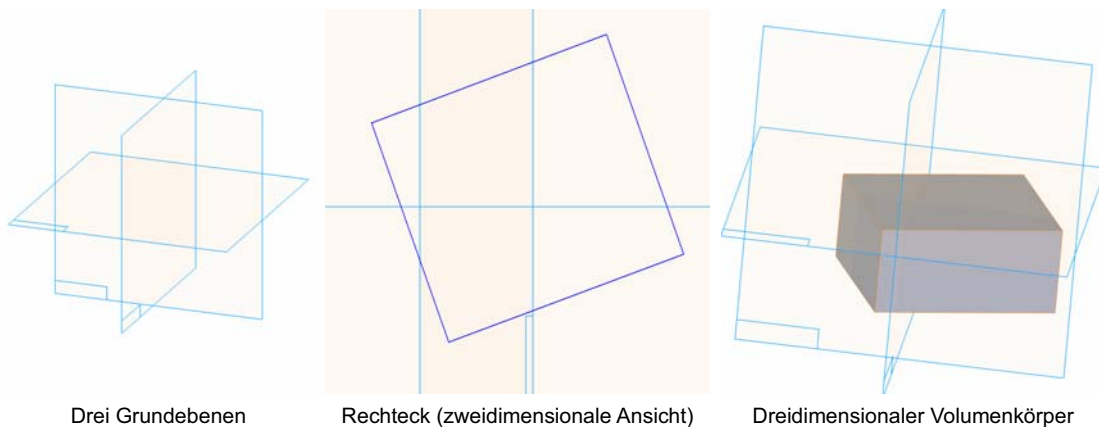
3 Konstruktion / CAD

3.1 Grundlagen

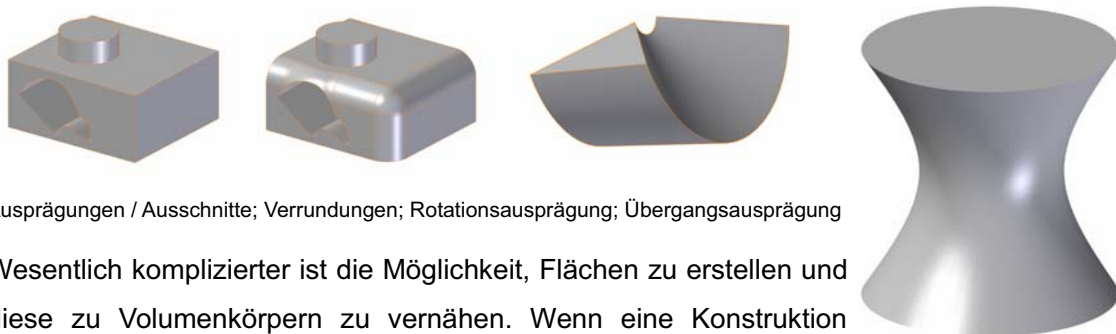
Doch alles fängt klein an. Zuerst muss ein Team eine konkrete Idee haben. Diese reift und allmählich entwickelt sich daraus ein tragbares Konzept für eine erste Konstruktion. Schon hier empfiehlt es sich, das Regelwerk ausgiebig gelesen zu haben, um von Anfang an Fehler zu vermeiden. Der Konstrukteur beginnt, das Modell virtuell am Computer zu konstruieren. Hierfür wird eine CAD-Software (Computer Aided Design) verwendet, die nach Möglichkeit dreidimensionales Konstruieren ermöglicht.

In Deutschland wird vom Veranstalter des Wettbewerbs für alle Teams das Programm SolidEdge bereitgestellt. Bei der Konstruktion entsteht durch verschieden formbare Ausprägungen und Ausschnitte langsam ein komplexes Modell. Dieses kann nach und nach verfeinert und letztendlich durch Abrundungen vollendet werden.

Um solche Volumina zu erstellen, hat man zuerst vordefinierte Ebenen für die drei Dimensionen X, Y und Z. Es können Parallelebenen, Winklebenen und auch andere Ebenen selber erstellt werden. Als nächstes kann man in einer dieser Ebenen eine Ausprägung vornehmen. Diese findet zuerst in der 2D-Ansicht statt. Die dort definierten Figuren können dann in die dritte Ebene verlängert werden. So entsteht ein Volumen.



Um komplexere Modelle einfacher zu erstellen, gibt es weitere Möglichkeiten, außerdem können an vorhandenen Körpern auch Ausschnitte berechnet werden.



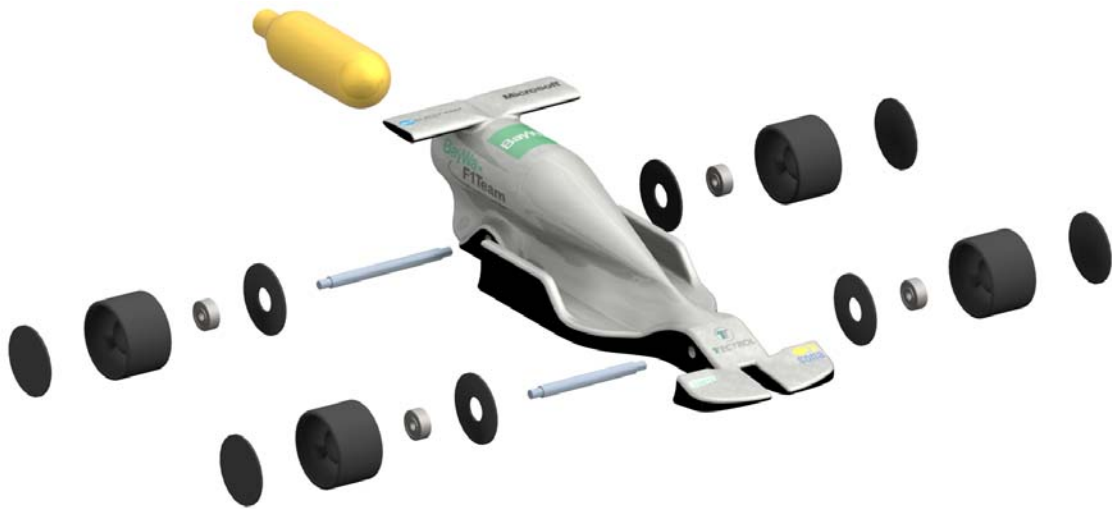
Ausprägungen / Ausschnitte; Verrundungen; Rotationsausprägung; Übergangsausprägung

Wesentlich komplizierter ist die Möglichkeit, Flächen zu erstellen und diese zu Volumenkörpern zu vernähen. Wenn eine Konstruktion abgeschlossen ist, kann sie auch noch eingefärbt werden, was im Kapitel Rendering noch genauer erläutert wird.

3.2 Baugruppen

Natürlich braucht so eine Konstruktion viel Zeit, zudem sind mehrere Versuche notwendig. Man erstellt vielleicht sogar mehrere Modelle, um das Beste auszuwählen, und gerade als Schüler muss man sich in diese Software zunächst einmal einarbeiten.

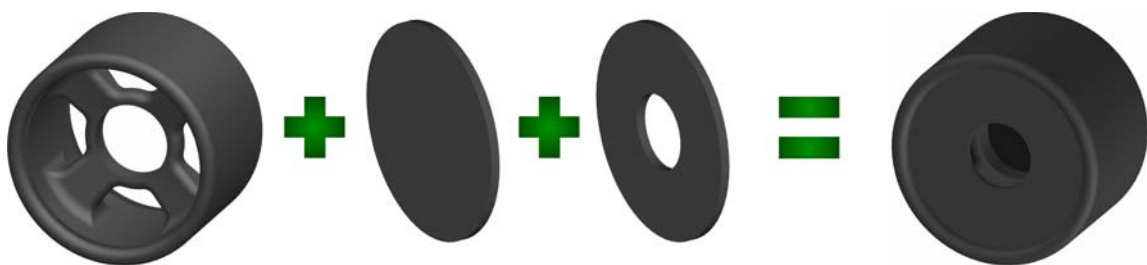
Nicht nur das Chassis, sondern auch die Räder werden meist am Computer konstruiert, wenn eine Möglichkeit besteht, diese dann allein oder in Zusammenarbeit mit den Sponsoren in einer Kleinserienproduktion zu fertigen. Um mehrere einzelne Konstruktionen zu verwalten, aneinander anzupassen und doch noch getrennt voneinander bearbeiten zu können, gibt es Baugruppen.



Komplette Baugruppe eines Autos (Explosionszeichnung)

Individuelle Volumenkörper können hier zusammengesetzt werden. Zwischen den einzelnen Bauteilen können Beziehungen erstellt werden und darüber können alle Teile relativ zueinander korrekt positioniert werden. In so einer Baugruppe werden also nicht mehr die Konstruktionsmodelle selber gespeichert, sondern es werden Verknüpfungen zu den jeweiligen Konstruktionsdateien erstellt. Der Vielfältigkeit sind kaum Grenzen gesetzt.

Mit Hilfe von Baugruppen lässt sich relativ einfach überprüfen, ob alle Einzelteile auch tatsächlich so zusammenpassen, wie es die einzelnen Bauteile vermuten lassen, oder ob vielleicht Kollisionen auftreten. Gleichzeitig eignen sie sich auch für die Berechnung des Gewichts oder des Volumens einer gesamten Konstruktion. Mit Baugruppen können Explosionszeichnungen erstellt werden.



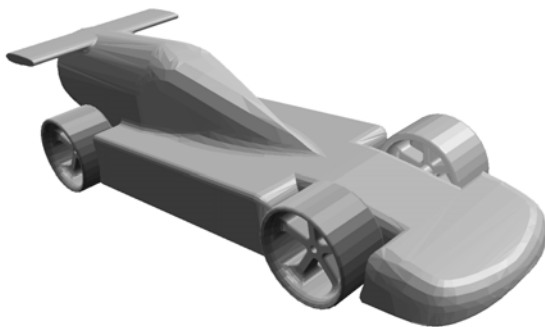
Aus dem Hauptteil (links) eines Rades und den beiden Radkappen (mitte / rechts) entsteht eine komplette Radgruppe

4 Virtueller Windkanal / CAE

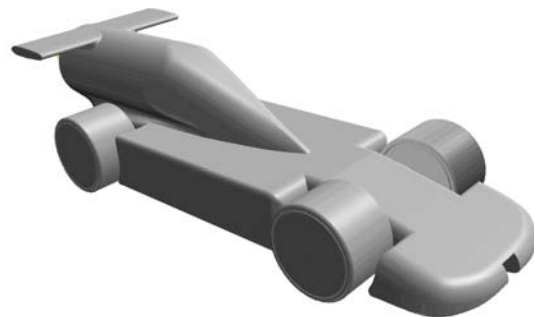
4.1 Austauschformat

Sind alle Ideen in der Konstruktion umgesetzt, können je nach verfügbarer Zeit und Ressourcen vor dem richtigen Fräsen erst einige virtuelle Tests durchgeführt werden. Hierfür erhalten alle Teams einen virtuellen Windkanal, welcher neben SolidEdge auf dem kostenlosen Starter-Kit enthalten ist, das jedes Team bestellt, wenn es sich für den Wettbewerb anmeldet. Auf dieser CD befinden sich neben der benötigten Software meist noch Hilfestellungen, Anleitungen, sowie Beispiele und Bilder vom Wettbewerb.

Die CAE-Software (Computer Aided Engineering) F1VWT (Formula 1 Virtual Wind Tunnel) von Phoenix ist ein solcher Windkanal. Die Konstruktion kann mit SolidEdge in ein spezielles Austauschformat konvertiert werden, wie z.B. das STL-Format, in dem die Oberfläche durch das Zerlegen in Dreiecke möglichst nahe an die tatsächliche Formgebung angepasst wird. Diese Datei liest der Windkanal ein und stellt das Modell dann in einem virtuellen Raum dar. In Abhängigkeit von Speicher und Kapazität, die ein Computer hat, können beliebig große Räume und Autobauteile in sehr guter Qualität erstellt werden.



Grobe Oberfläche



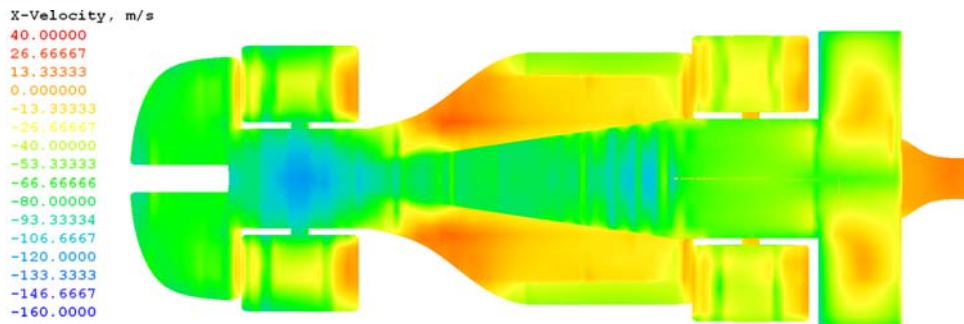
Feine Oberfläche

4.2 Solver

Wenn alle Einstellungen vorgenommen sind, berechnet der Windkanal das Strömungsprofil. Dies erledigt der Solver. Er kalkuliert für ein festgelegtes Raster lokale Umgebungseigenschaften wie Temperatur, Druck oder Luftgeschwindigkeit. Je feiner das Raster ist, desto realistischer sind die Ergebnisse. Sollte der Windkanal für alle Zellen, die das Raster bilden, eine Lösung gefunden haben, spricht man von einer Konvergenz. Die Fehlerquote geht gegen Null und die Berechnung stoppt. Andernfalls wird eine vorher festgelegte Anzahl an Wiederholungen abgearbeitet, um sich dem realen Wert anzunähern. Dies kann abhängig von der Rechenkapazität des Computers durchaus mehrere Wochen dauern. Ist diese Berechnung abgeschlossen, wird unter anderem der CW-Wert angezeigt. Dieser ist ein dimensionsloses Maß für den Widerstand eines von einer Strömung umgebenen Körpers. In einem weiteren Schritt können die Ergebnisse graphisch ausgewertet werden.

4.3 Visualisierung

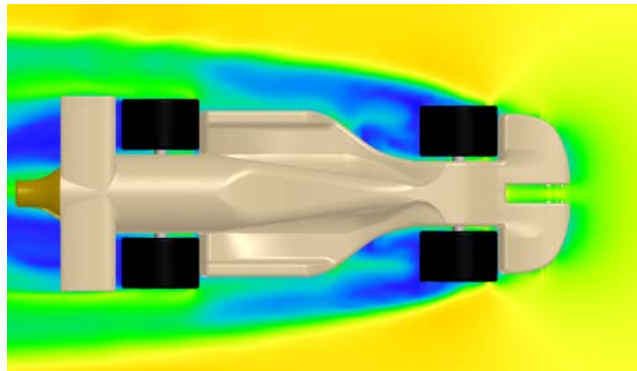
Die aerodynamischen Eigenschaften können auf verschiedene Arten visualisiert werden. Der Post-Prozessor verwendet dafür die vom Solver errechneten Daten. So kann das Oberflächenprofil z.B. in Abhängigkeit der lokalen Variablen farblich angezeigt werden.



Kontur des Autos je nach Größe der X-Geschwindigkeit gefärbt

Mit diesen Bildern können die Schwachstellen der Konstruktion sowie hohe aerodynamische Verbesserungspotentiale erkannt werden. Beispielsweise sieht man im Bild oben, dass die Geschwindigkeit sich hinter den Vorderrädern (orange) deutlich von der Umgebungsgeschwindigkeit (grün) unterscheidet. Es gibt hier also einen Windschatten.

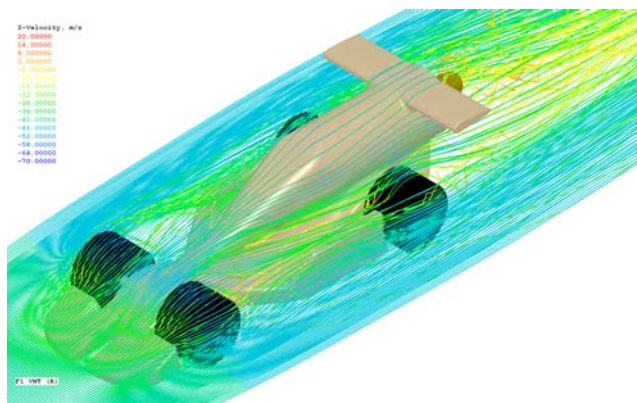
Weiter können die Bauteile selber einheitlich gefärbt und Ebenen an einer bestimmten Position eingefügt werden. So kann man auf einer gleichbleibenden Höhe den Übergang zur Umgebung betrachten. In diesem Beispiel ist nicht nur zu erkennen, dass sich hinter den Rädern ein Windschatten (blau) befindet – man sieht auch die Auswirkungen auf die Umgebung und versteht, dass der Windschatten sogar noch auf Höhe der Seitenkästen einen starken Geschwindigkeitsverlust bewirkt.



Geschwindigkeitsabhängiges Höhenprofil

Um weiter auf die Umgebung einzugehen, können auch Strömungslinien eingezeichnet werden. Hierbei muss eine solche Linie entweder einzeln oder zusammen mit mehreren anderen in einer Reihe bzw. Kreisbahn erstellt werden. Der Windkanal berechnet dann für alle Strömungslinien den Verlauf anhand der Daten, die der Solver kalkuliert hat. Auch die Strömungslinien können farblich die Umgebungswerte verdeutlichen.

Letztendlich kann man hierbei sogar Animationen erstellen, was im Punkt Präsentation noch vertieft werden wird.



Strömungslinien

5 Von der Idee zum realen Modell

5.1 Anforderung

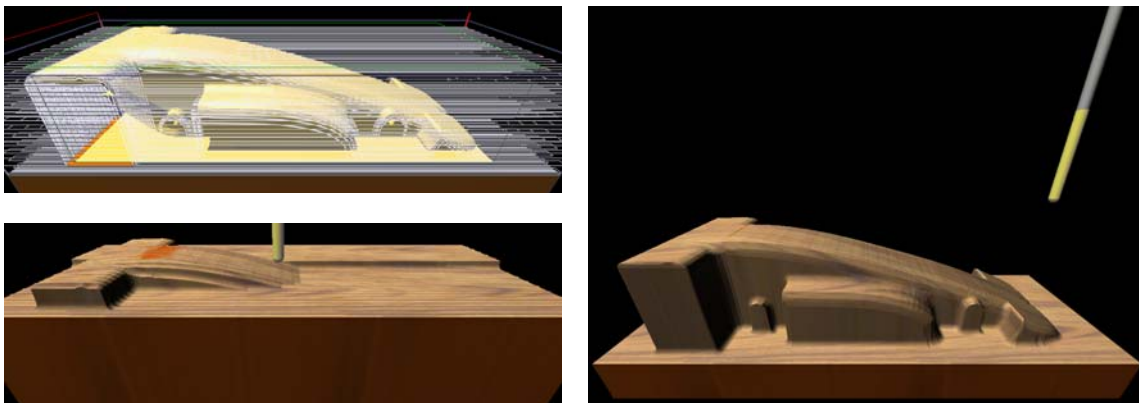
Die Konstruktion sowie die Tests im virtuellen Windkanal finden ausschließlich am Computer statt. Um an dem Wettbewerb teilnehmen zu können, reicht es aber nicht aus, nur eine theoretische Idee mitzubringen, es werden drei reale identische Autos gefordert. Das erste fährt die Rennen. Falls es Schaden nimmt, kann mit Zustimmung der Jury ein weiteres Auto eingesetzt werden. Das dritte dient ausschließlich der Präsentation.

Das bedeutet für die Teams, anhand ihrer Konstruktion nun ein echtes Auto zu erstellen.

Das Regelwerk schreibt vor, dass es aus einem Balsaholzblock in einem Stück gefertigt werden muss. Bevor man aber zum Fräsen übergeht, wird am Computer ein Fräsplan erstellt.

5.2 CAM

Unter CAM (Computer Aided Manufacturing) versteht man den vom Computer unterstützten Vorgang des FräSENS. Bei dem Formel1-Wettbewerb ist vorgegeben, dass die Rennboliden mit einer CNC-Fräse gefertigt werden. Um diesen Ablauf zunächst zu simulieren, ist auf dem Starter-Kit die Software QuickCam3D enthalten (Stand 2008/2009). Dieses Programm kann ebenfalls das STL-Format verarbeiten und ermöglicht es, einzelne Fräspläne zu erstellen und letztendlich den Fräsvorgang komplett durchzuspielen. Nach Eingabe der entsprechenden Parameter, wie z.B. Länge, Breite und Form des Fräskopfes, den Geschwindigkeiten, mit denen der Fräskopf rotiert bzw. mit denen er sich bewegt oder weiteren Optionen, die festlegen, ob das Chassis längs oder quer gefräst wird, wieviel Holz mit einem Durchlauf entfernt werden darf und natürlich auch die Richtung, in der der Holzblock an der Fräse montiert ist, kann der gesamte Fräsvorgang in Form einer Animation dargestellt werden. Sollten Probleme auftreten, können diese hiermit rechtzeitig erkannt und so Schäden an der Fräse vermieden werden. Abschließend erstellt das Programm eine Datei, die den Fräsplan in Form von Maschinenbefehlen enthält.



Fräsplan (die Linien sind der Pfad des Fräskopfes); Heckspoiler ist erkennbar; Chassis von oben komplett gefräst

5.3 Fräsen

Üblicherweise ist der gesamte Fräsvorgang bei einer CNC-3-Achs-Fräse computergesteuert. Eine spezielle Software liest den Fräsplan und überträgt die Produktionsschritte auf die Fräse. Der Block kann mit den speziell für den Formel1-Wettbewerb eingesetzten Drehvorrichtungen eingespannt werden. Hierbei enthält der Balsaholz-Rohling bereits ein Loch für die Patronenkammer und wird mit diesem auf eine Stange geschoben und fixiert. Um unnötiges Umspannen bei mehreren Durchgängen zu vermeiden, kann der Block um genau 90° gedreht werden, was den Fräsvorgang erheblich erleichtert.



CNC-3-Achs-Fräse



Fräsvorgang (v.o.n.u.)

Damit Bewegungen in drei Dimensionen gleichzeitig erfolgen können, kann der Fräskopf horizontal und vertikal bewegt werden und die Bodenplattform ist ebenfalls beweglich. Ist die Fräse nicht mit einem (Laser-) Scanner ausgestattet, muss die Nullstelle, meist eine Ecke des Holzblocks, von Hand gesteuert angefahren werden. Der Rest kann exakt berechnet werden. Sobald eine Seite gefräst wurde, wird die Fräse geöffnet und der Block um 90° gedreht. Zwischen den Frässpuren verbleibt ein Abstand. Dieser hängt von der Breite und Form des Fräskopfes ab. Meist fährt die Fräse nach einem groben Durchlauf, bei dem viel Holz entfernt wurde, ein weiteres Mal den gesamten Block ab, aber mit einem kleineren Spurabstand. Die Oberfläche wird dadurch geglättet. Abschließend kann der Bolide noch per Hand geschliffen werden.

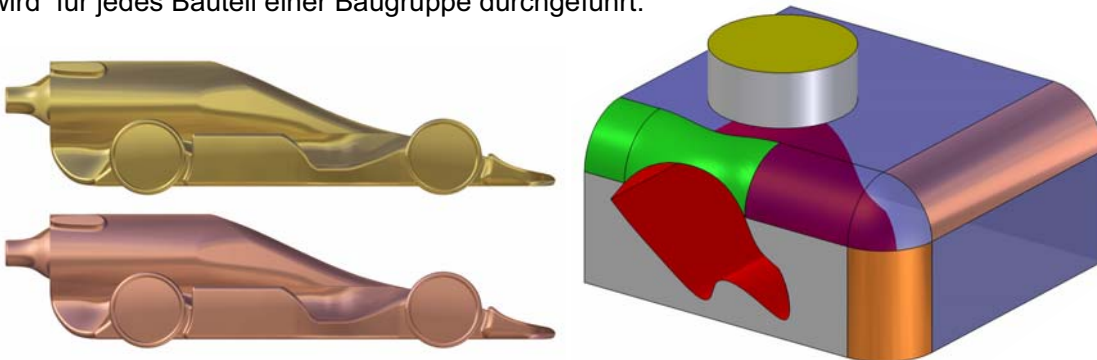
6 Rendering

6.1 Design

Das Chassis ist nun gefräst. Allerdings fehlt eine Lackierung. Daher ist es ganz sinnvoll, ein Design festzulegen. Dieses kann mehrere Farben sowie Texturen enthalten, um z.B. die Logos der Sponsoren auf dem Auto anzubringen. Bevor das Chassis gerendert wird, kann das Design in Form einer Skizze erstellt werden. Oft ist es Teil einer Corporate Identity, die verwendet wird, um die Team-Website, Flyer, Plakate, Teamkleidung und weitere Aspekte der Präsentation einheitlich zu gestalten.

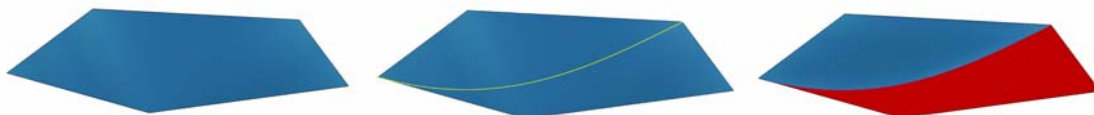
6.2 Farbgebung

Unabhängig von der Art und Weise, wie das Modell konstruiert wird, entstehen immer Flächen. Diesen einzelnen Teilflächen können nun spezielle Eigenschaften zugewiesen werden. Neben der Farbe oder auch einer Textur ist es hier möglich, Werte wie den Reflexionsgrad, die Transparenz, den Glanzfaktor und noch vieles mehr festzulegen. Dies wird für jedes Bauteil einer Baugruppe durchgeführt.



Flächen in Gold und Kupfer; Flächen unterschiedlich gefärbt

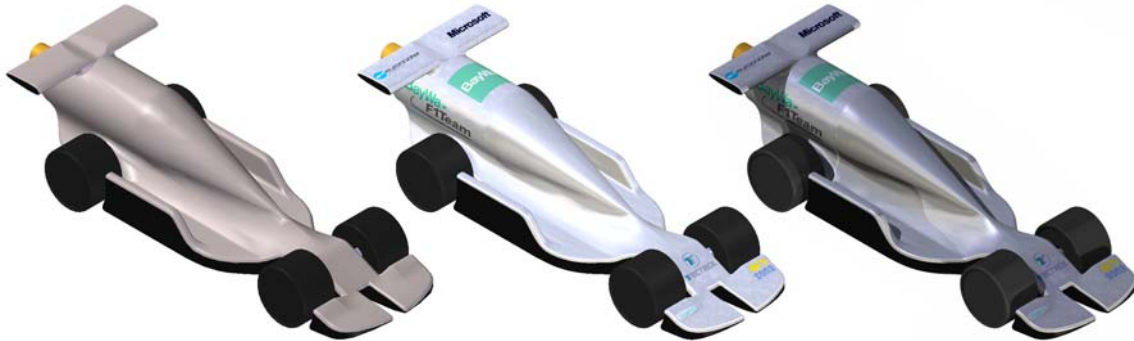
Manchmal reicht es nicht, die vorhandenen Flächen zu benutzen. So kann sich ein Muster auch über mehrere Teilflächen erstrecken. Hier könnte man für jede Teilfläche eine eigene Textur erstellen oder die Position und den Skalierungsfaktor relativ zur Teilfläche so setzen, dass das Gesamtbild erhalten bleibt. Alternativ möchte man vielleicht nur einen Teil oder theoretisch auch nur eine Fläche mit einer bestimmten Form innerhalb der eigentlichen Fläche färben. Dafür ist eine Fläche in weitere Flächen aufzuteilen. Mit SolidEdge können Schnittflächen zwischen einer Fläche und anderen Flächen, Ebenen, Kurven oder Volumen berechnet werden. Kennt man die genauen Koordinaten der Schnittpunkte nicht und sind auch keine anderen Elemente vorhanden, kann man z.B. eine Konturkurve zeichnen. Hierbei wählt man eine oder mehrere Flächen aus und zeichnet dann direkt darauf einen Graphen. An diesem erfolgt dann eine Flächentrennung.



V.l.n.r. eine Fläche, Konturkurve auf der Fläche, zwei verschiedenfarbige Flächen

6.3 Rendermodus

Nachdem die Flächen sämtlicher Bauteile richtig eingefärbt sind, kann man ein 'leichtes' Rendering erstellen. Hierbei werden alle Optionen, wie z.B. Bildschärfe, Tiefenschärfe oder Antialiasing auf maximale Qualität gesetzt. Texturen und Reflexionen werden dargestellt.



Qualitätszunahme v.l.n.r.

Wie gerade schon angedeutet, verhilft diese Möglichkeit noch nicht zu einem vollständigen Rendering. Abgesehen von der sehr langen Zeit, die für dieses Rendering benötigt wird, sind auch die Reflexionen noch nicht vollständig. Dass ein Material die Umgebung spiegeln kann, wird hier nicht berücksichtigt. Daher gibt es noch einen speziellen Rendermodus, der viele weitere Möglichkeiten bietet, das Modell zu rendern. Dort kann man z.B. festlegen, welche Art von Lichtquelle mit welcher Intensität die Szene beleuchtet. Neben speziellen Hintergründen sind auch Materialien und Lichtstudios vordefiniert.



Reflexion auf einer Scheibe (links), spiegelndes Auto (unten), Texturen auf einer Achse (rechts); Modus: fotorealistisch

SolidEdge kann nicht nur Modelle im fotorealistischen Modus rendern. Das Rendering könnte z.B. auch in Form eines Ölgemäldes, einer einfachen Skizze oder mit Hilfe eines Raytracers erstellt werden. (Raytracing: Von einem Punkt, dem Auge, werden Strahlen (englisch: ray) durch ein Raster zu jedem Punkt im virtuellen Raum geschickt. Dort werden sie so lange reflektiert, bis sie den Raum verlassen oder absorbiert werden.) Das Rendering ist auch Teil der Präsentation und wird im Portfolio bewertet.

7 Lackierung

7.1 Vorbereitung

Balsaholz ist ein sehr leichtes, aber auch sehr weiches Holz. Man kann es problemlos mit einem Finger eindrücken. Lackiert man es ohne Vorbehandlung, so saugt das Balsaholz die Farbe auf wie ein Schwamm, quillt dabei auf und die Lackierung verliert stark an Qualität. Deshalb gibt es sogenannte Füller. Diese werden auf die Oberfläche aufgetragen, um die Poren im Holz zu verschließen. Danach kann das Holz wieder geschliffen werden.



B1: Verschiedene Werkzeuge für das Lackieren

Wiederholt man diese Prozedur mehrmals, so bekommt der Rohling eine harte Oberfläche und wird dabei nur geringfügig schwerer. Anschließend wird der Bolide grundiert. Dies erfolgt mit einer speziellen Schicht Farbe, die die Oberfläche glättet und für das Auftragen des Lacks vorbereitet.

7.2 Vorkehrungen

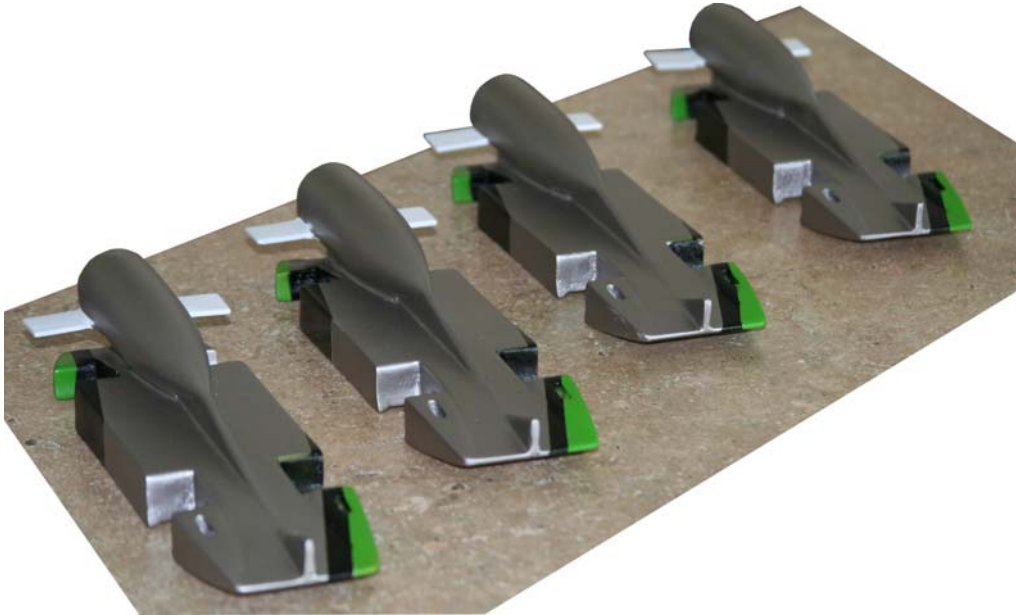
Um eine möglichst hohe Qualität und eine damit verbundene hohe Bewertung zu erzielen, müssen einige Sachen beachtet werden. So ist es durch das Regelwerk vorgeschrieben, dass die Patronenkammer keine Farbreste enthalten darf. Falls dies der Fall sein sollte, kann ein Auto disqualifiziert werden. Daher ist es wichtig, die Patronenkammer zu verschließen, was in diesem Beispiel durch die Halterung geschieht. Außerdem sind die Achslöcher durch kleine Metallstifte versiegelt, was ein Eindringen der Farbe unmöglich macht. Gleichzeitig kann der Körper auf der Halterung um eine Achse gedreht werden, was ein Lackieren von allen Seiten ermöglicht, ohne das Auto dabei mit Werkzeugen weiter zu berühren. Die letzte Lackschicht sollte immer trocken sein, da es sonst sehr schnell passieren kann, dass verschiedene Farben ineinander verlaufen.



Körper auf Halterung mit verschlossenen Löchern

7.3 Lackschichten

Nach der Grundierung beginnt die farbliche Gestaltung des Wagens. Es gibt verschiedene Methoden für die Lackierung. Sie reichen von dem Bemalen mit einem Pinsel bis hin zum professionellen Besprühen mit Lackpistolen. Oft ist es sinnvoll, bestimmte Bereiche auf der Oberfläche abzudecken, um die Präzision am Rand eines farblichen Elements zu erhalten. Die Lackierung muss sich nicht auf eine Lackschicht beschränken. Je nach Art des Lacks und des vorhandenen Werkzeugs kann die Dicke einer Schicht von einem Bruchteil eines Millimeters bis hin zu mehreren Millimetern reichen. Dadurch wird das Gewicht der gesamten Lackierung erheblich beeinflusst.



B2: Körper in Silber mit schwarzen und grünen Elementen

7.4 Texturen

Nicht immer ist es möglich, sämtliche Texturen in ihren Details originalgetreu darzustellen. So können z.B. die Logos der Sponsoren in Form von Venyls, also extrem dünnen Folien, die ungefähr die Dicke der Farbpigmente besitzen, auf der Lackschicht positioniert werden. Um diese leicht reißenden Folien vor äußeren Einflüssen wie Schmutz, Reibung oder Luftfeuchtigkeit zu schützen, wird anschließend eine Schicht Klarlack aufgetragen. Dies sollte auch ohne Texturen erfolgen, da viele Lacke wasserlöslich sind.



B3: Venyls auf verschiedenen Oberflächen und Lackierungen. Matt erscheinende (links) und glänzende Lackierung

8 Zusammenbau

8.1 Rennwagenbausatz

Nicht jedes Team ist in der Lage, alle Einzelteile nach eigenen Vorstellungen zu fertigen. Teams, die beispielsweise keine Möglichkeit für die Produktion der Räder finden, können eine Art Grundausstattung bestellen. Diese enthält einen Balsaholzblock, einen Radsatz (vier Räder, zwei Achsen mit Führungen, vier Unterlegscheiben), zwei Ringschrauben sowie etwas Schleifpapier.

8.2 Konzept

Bereits vor der Fertigung der einzelnen Bauteile muss ein zusammenhängendes Konzept existieren, welches festlegt, auf welche Weise die Einzelteile später verbunden werden. Somit ist jedes Teil in seiner Form auf andere abgestimmt. Eine Möglichkeit wäre, zuerst bestimmte Lager auszuwählen. Daran werden dann die Räder und die Achsen in der Konstruktion angepasst. Die Achsen und das Chassis müssen ebenfalls zusammen funktionieren. Werden Front- oder Heckspoiler separat hergestellt, erfolgt ein Teil des Zusammenbaus meist schon vor der Lackierung. Ob die Bauteile gesteckt, geklebt oder gepresst werden, hängt zum Großteil von den Materialien ab. Es kann hilfreich sein, wenn man Einzelteile auch nach dem Zusammenbau noch austauschen kann, um Fehler zu beheben oder einfach das Auto in verschiedenen Bereichen genauer zu testen.

8.3 Fertigung

Präzision ist während der gesamten Fertigung entscheidend. Erst wenn alles verbunden ist und das Auto in perfekter Ausführung fertiggestellt wurde, zeigt sich, wie hoch die Präzision und wie gut die Fertigungsqualität ist. Diese Aspekte werden von der Jury genauestens begutachtet. Ist die Oberfläche nicht schön gleichmäßig, die Lackierung nicht professionell genug, wackeln die Räder oder berühren sie nicht alle gleichzeitig den Boden, kann dies zu erheblichen Abzügen führen.



B4: Verschiedene gefertigte Autos

9 Theoretische Ansätze

9.1 Optimierung der Konstruktion

Die Autos sind jetzt grundsätzlich bereit für die Rennen. Für ein schnelles Auto sind aber viele Faktoren in der Konstruktionsphase entscheidend. Das Auto sollte hinsichtlich einiger physikalischer Grundlagen optimiert werden, bevor man mit der Fertigung beginnt.

★ Beschleunigung: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

Da die Kraft \vec{F} der Patrone nicht beeinflusst werden kann, nimmt die Beschleunigung des Autos mit der Abnahme seiner Masse m zu. Aus diesem Grund muss das Gewicht des Autos so klein wie möglich sein und damit dem Mindestgewicht von 55 g entsprechen. Mit jedem zusätzlichen Gramm wird das Auto entsprechend langsamer. Dieses Gewicht erreicht man durch die Wahl eines sehr leichten Balsa-holzblockes, da es zwischen den einzelnen Blöcken große Differenzen gibt, und indem das Volumen so klein wie möglich gehalten wird.

★ Luftwiderstand: $F_L = \frac{1}{2} * \rho * v^2 * A * c_w$

Die Dichte ρ der umgebenden Luft sowie die Geschwindigkeit v können nicht kontrolliert werden. Die Stirnfläche A sowie der Widerstandsbeiwert c_w sollten so klein wie möglich gehalten werden. Die minimale Stirnfläche entspricht der Summe aus den Stirnflächen der Patronenkammer, den Rädern, den Spoilern und der dafür nötigen Struktur, um die Einzelteile zu verbinden. Der Widerstandsbeiwert hängt von der Form des Autos ab. Er kann mithilfe des Windkanals ermittelt und durch eine aerodynamische Betrachtung des Wagens optimiert werden.

★ Trägheitsmoment: $J = \frac{1}{2} * m * r^2$

Die Formel gilt für die Rotation eines Zylinders der Masse m und des Radius r um seine Symmetrieachse. Mit einer Zunahme des Trägheitsmoments steigt der Aufwand für eine Änderung der Rotation des Körpers. Die Gleichung kann auf die Radkonstruktion angewendet werden. Masse und Radius sollten so gering wie möglich sein. Somit bekommt das Rad den minimal erlaubten Radius von 13 mm, sowie die Minimalbreite von 15 mm. Das Rad kann hohl sein. Es braucht lediglich eine möglichst dünne Lauffläche sowie eine Verbindung zur Achse. Dies geschieht meist über Radlager. Um diese vor Verunreinigungen zu schützen und die Strömung besser um das Rad zu leiten, sind Radkappen notwendig. Um weiter rotierende Masse zu sparen, können die Radkappen zusammen mit der Achse fixiert sein. Zwischen den Radkappen und den Rädern bleibt dann ein kleiner Spalt. Auch die Radlager sollten so leicht wie möglich sein. Nach der Optimierung des Trägheitsmoments können die Räder schnell beschleunigt werden.

9.2 Wahl der Materialien

Auch bei der Auswahl der Materialien für die einzelnen Bauteile sind einige Dinge zu beachten, um dem Auto zu einem besseren Lauf zu verhelfen.

★ Räder:

Rollwiderstand entsteht durch eine minimale elastische Verformung der Oberfläche der Räder sowie der Fahrbahn. Der Widerstand ist umso größer, je weicher das verwendete Material ist. Daher muss die Lauffläche der Räder so hart wie möglich sein. Wählt man ein sehr hartes und stabiles Material, so minimiert sich der Rollwiderstand. Gleichzeitig kann das Rad aufgrund des stabilen Materials sehr dünnwandig gefertigt werden, wodurch auch Gewicht eingespart wird.

★ Lager:

Es gibt verschiedene Typen von Lagern, wie z.B. Gleitlager und Wälzlager. Alle diese Lager haben einen Innenring und einen Außenring. Besitzt ein Gleitlager keine Gleitschicht, wie z.B. einen Ölfilm, so entsteht Festkörperreibung. Diese wird durch eine geeignete Materialwahl minimiert. Gleitlager mit Gleitschicht sind meistens nicht wartungsfrei, sondern müssen geschmiert werden. Kugellager gehören zu den Wälzlagern und besitzen zwischen den Ringen Kugeln, die sich alle gleichzeitig drehen und so eine Verschiebung der Ringe ermöglichen. Sind sie wartungsfrei, so verschleißten sie in der Regel ziemlich schnell. Dafür haben sie weniger Reibung als Lager, bei denen die Kugeln in einer Gleitflüssigkeit rollen. Damit sich die Kugeln nicht gegenseitig berühren, gibt es Käfige, die die Kugeln voneinander trennen. Die Präzision ist entscheidend. Bei der Herstellung entstehen meist Lager mit unterschiedlichen Toleranzen. Oft kann man bei den Herstellern für einen höheren Preis eine Auswahl mit größerer Präzision erhalten.



Verschiedene Bauteile und Materialien

10 Tests

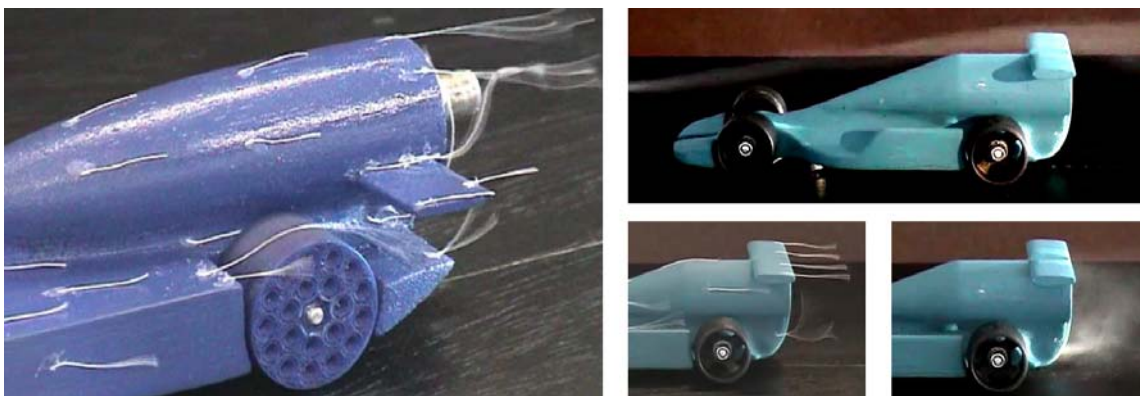
10.1 Realer Windkanal

Das optimierte Auto wird jetzt getestet, um die theoretisch errechneten Werte zu überprüfen. Daher ist es ein großer Vorteil, Zugriff auf einen realen Windkanal zu haben. Die Minimalausstattung eines solchen Windkanals ist ein Ventilator oder eine Turbine, wodurch eine Strömung erzeugt wird. Das Auto kann dann innerhalb der Strömung fixiert werden. Für realistische Werte sollte es den Boden fast berühren. Ein kleiner Spalt bleibt frei. Durch ein Loch im Boden ist das Auto an einem beweglichen Metallstift befestigt, mit dem die Krafteinwirkung gemessen wird, um den Widerstandskoeffizienten zu berechnen.



B5: Auto im Windkanal von HST

Nachdem eine konstante Strömung erzeugt wird, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die aerodynamischen Eigenschaften zu testen. Zunächst können am Auto kleine Fäden befestigt werden. An besonders geschwindigkeitsintensiven Stellen folgen die Fäden dem Verlauf der Strömung. Eine weitere Option gibt es, indem Dampf, Nebel oder Ähnliches an einem bestimmten Punkt in die Strömung geleitet wird. Der Nebel wird mitgerissen und die Strömungslinien werden sichtbar. Hier ist es besonders wichtig, aussagekräftige Ansatzpunkte zu wählen, um das aerodynamische Verhalten des Wagens zu zeigen.



B6: Autos im Windkanal von HST mit Fäden und mit Nebel

10.2 Rennbahn

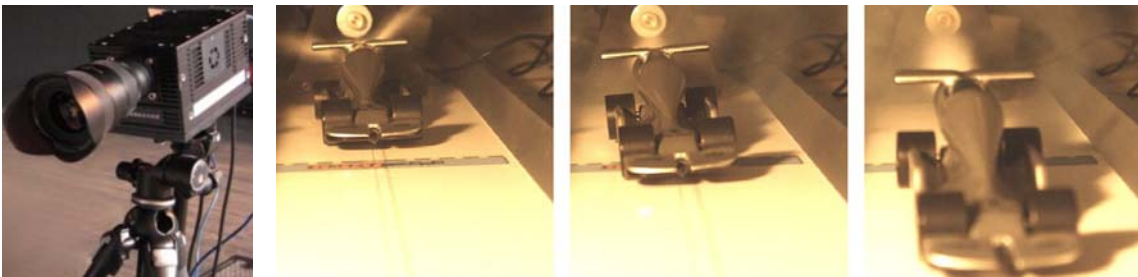
Die Rennstrecke ist 20 Meter lang zuzüglich jeweils zwei Metern am Start und am Ende. Die Bahn ist zweispurig, steht auf zehn Stützen und kann in die gleiche Anzahl an Streckenabschnitten zu je 2,4 m zerlegt werden. Beim Start sticht eine Nadel aus einer Startvorrichtung in die Membran der Gaspatrone, das Gas entweicht und das Auto fährt los. Über die ganze Bahn sind die Autos über eine Öse mit einer Nylonschnur verbunden und gesichert. Im Ziel liegen oft Handtücher, Polstermaterial oder andere Stoffe, die das Auto abbremsen.



Start, Strecke und Ziel der Rennbahn

10.3 High-Speed-Aufnahmen

Für eine Analyse des Fahrverhaltens benötigt man Zugriff auf eine Rennbahn. Mit High-Speed-Kameras kann die Fahrt mit mehreren 1000 Bildern pro Sekunde gefilmt werden. Hier ist besonders der Start interessant. Ein schneller Start ist wichtig für eine schnelle Fahrzeit. Je kürzer die zeitlichen Abstände zwischen zwei Bildern sind, umso mehr Licht wird benötigt, um bei hohem Kontrast eine hohe Bildschärfe zu erhalten. Hierfür sind dann meist spezielle Lampen nötig, die im Gegensatz zu normalen Lampen kein flackerndes, sondern gleichmäßiges Licht abstrahlen. So kann eine Bildfolge aufgenommen werden.



B7: High-Speed-Kamera

B8: Bildfolge (Bildnummern: 1, 10, 50)

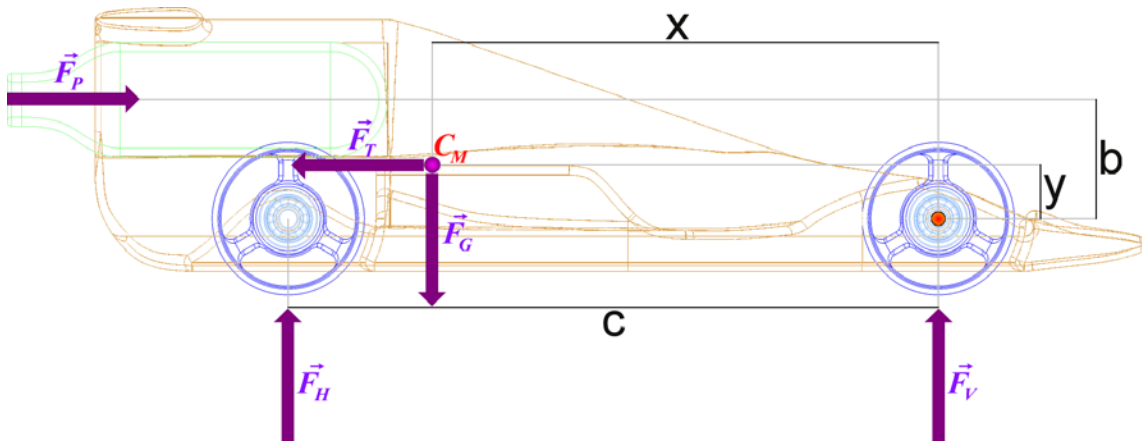
Entdeckt man nun auf diesen Bildern etwas Auffälliges, so muss dies genauer untersucht werden. Auf der Bildfolge oben sieht man auf dem zweiten Bild, dass das Auto schief liegt. Ein anderes Beispiel verdeutlicht diese Seitenaufnahme. Deutlich zu erkennen ist das gehobene Heck des Autos. So etwas führt natürlich zu einem starken Energieverlust, da unnötige Reibung an der Nylonschnur entsteht und die Stirnfläche größer wird.



B9: Bildfolge (deutlich gehobenes Heck im dritten Bild)

10.4 Analyse

Im vorherigen Kapitel wurde festgestellt, dass das Heck des Autos deutlich angehoben wird. Der Körper gerät dadurch in Schiefelage, wodurch der Widerstand erheblich zunimmt. Zunächst ein Blick auf ein Kantenmodell des Autos mit berechnetem Schwerpunkt C_M .



Kantenmodell mit Schwerpunkt, Kräften und Abständen ($b = 0.0204 \text{ m}$, $c = 0.1112 \text{ m}$, $x = 0.0866 \text{ m}$, $y = 0.00940 \text{ m}$)

Auf das Auto wirkt die Gegenkraft \vec{F}_p zum Ausstoß der Patrone. Sie ist horizontal nach vorne gerichtet. Die Massenträgheitskraft \vec{F}_T wirkt ihr entgegen und greift im Schwerpunkt an. Die Gegenkräfte \vec{F}_H und \vec{F}_V zur Gewichtskraft \vec{F}_G wirken an den Rädern. Natürlich gibt es noch weitere Kräfte, z.B. den Luftwiderstand. Dieser wirkt dem Patronenschub entgegen, kann aber ignoriert werden, da er in der Startphase, in der das Auto bereits gehoben wird, aufgrund der fehlenden Geschwindigkeit des Autos nicht wirkt.

In der Patrone befinden sich 8.0 g CO_2 . Tritt das Gas aus, so geschieht das bei einem sehr hohen Anfangsdruck und dann immer langsamer. Aufgrund der Fahrtzeit von 1.1 s für 20 m muss das Auto in den ersten 0.2 s auf ca. 130 km/h beschleunigen. Da die Beschleunigung nicht konstant ist, sondern mit der Zeit abnimmt, kann man mit 90 km/h in den ersten 0.1 s rechnen. So kann man näherungsweise eine Kraft für die Patrone bestimmen. Durch gezieltes Einsetzen ergibt sich bei einer Masse m von 88 g :

$$\vec{F}_p = \vec{F}_T = m * \vec{a} = 88 * 10^{-3} \text{ kg} * \frac{25 \text{ m}}{0.1 \text{ s}^2} = 22 \text{ N}$$

Das Hinterrad ist in der Luft, somit gilt: $\vec{F}_H = 0 \text{ N}$

$$\vec{F}_V = \vec{F}_G - \vec{F}_H = m * g = 0.088 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0.86 \text{ N}.$$

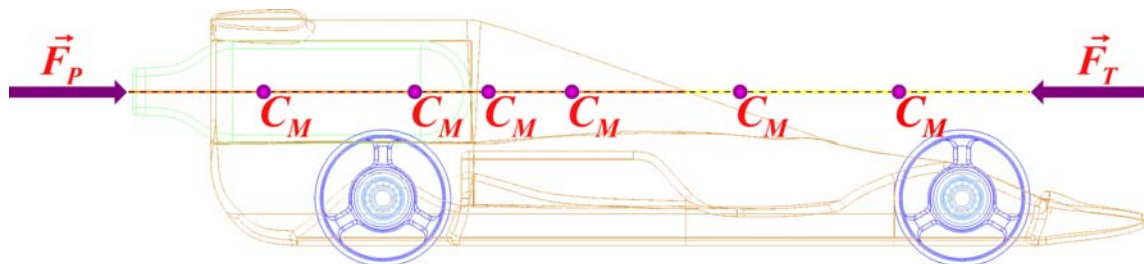
Mit jeder nicht durch den orangenen Hebelpunkt (Vorderradachse) gehenden Kraft, ergibt sich ein Moment um ihn. Die Differenz der entgegengesetzten Momente ergibt die Drehung.

$$\begin{aligned} \vec{M} &= \vec{M}_p + \vec{M}_H - \vec{M}_T - \vec{M}_G = \vec{F}_p * b + \vec{F}_H * c - \vec{F}_T * y - \vec{F}_G * x = \\ &= 22.0 \text{ N} * 0.0204 \text{ m} - 22.0 \text{ N} * 0.00940 \text{ m} - 0.863 \text{ N} * 0.0866 \text{ m} = 0.167 \text{ J} \end{aligned}$$

Es ist leicht zu erkennen, dass die Krafteinwirkung der Patrone dominiert. Da der Patronenschub außerdem der einzige Unterschied zwischen einem ruhenden Auto und einem Auto in der Startphase ist, haben wir die Ursache für das gehobene Heck gefunden.

10.5 Optimierung

Der dominierenden Patronenkraft \vec{F}_p kann nur die gleich große Massenträgheitskraft \vec{F}_T entgegenwirken. Für das folgende Beispiel werden alle weiteren Kräfte vernachlässigt. Um die Drehung des Autos zu verhindern, kann man das Drehmoment der Patrone aufheben. Bei einer waagrechten Patrone bedeutet das, den Schwerpunkt auf halbe Höhe der Patronenkammer zu setzen. Dies kann aber sehr schwierig sein, da die Dichte des Balsaholzes stark variiert, was das exakte Platzieren des Schwerpunkts unmöglich macht. Auch durch eine Veränderung des Winkels zwischen Patronenkammer und Boden könnte man dem entgegenwirken, allerdings würde man durch einen schrägen Abstoßwinkel Antriebsenergie verlieren.



Kantenmodell mit horizontaler Schwerpunktlinie

Für alle Schwerpunkte C_M auf dem orangenen Teil der Linie (gelber Teil ist nicht im Auto) gilt:

$$\vec{M} = \vec{M}_p - \vec{M}_T = \mathbf{0} \text{ J}$$

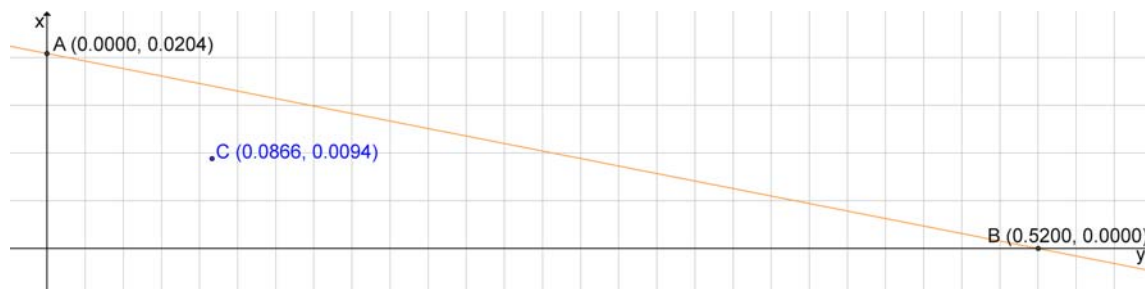
Das Moment der Massenträgheitskraft gleicht das Moment des Patronenschubs aus.

Auch wenn alle Kräfte der Analyse betrachtet werden, kann das Gesamtmoment Null werden. Dafür lassen wir x und y variabel und lösen nach y auf.

$$\mathbf{0} = \vec{M}_p - \vec{M}_T - \vec{M}_G = \vec{F}_T * (b - y) - \vec{F}_G * x$$

$$y = \frac{-\vec{F}_G}{\vec{F}_T} * x + b = -\frac{0.863}{22.0} * x + 0.0204 \text{ m}$$

Der orangene Graph zeigt in Abhängigkeit von x und y, wann sich keine Drehung ergibt.



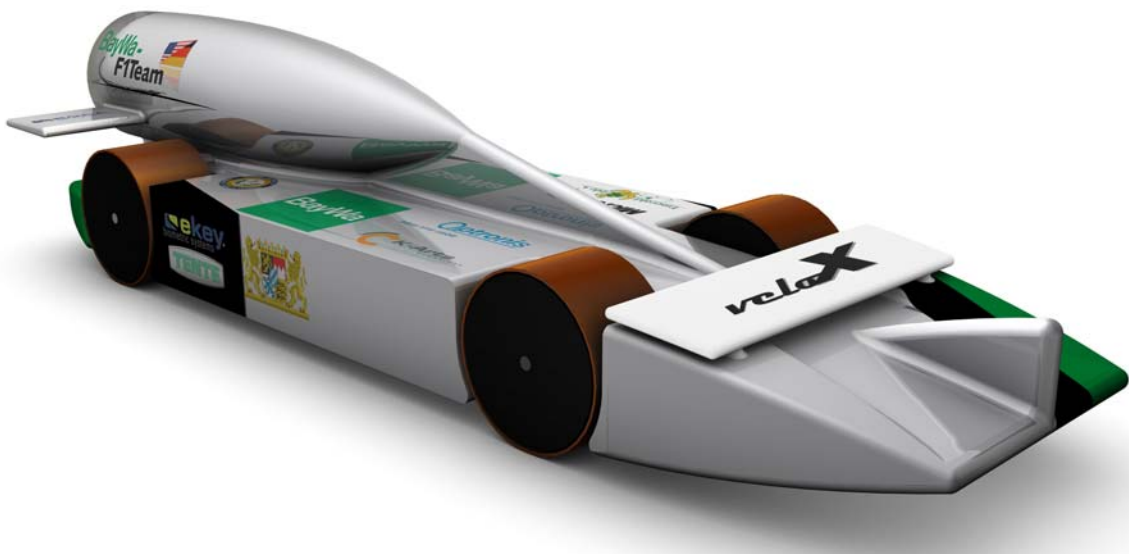
Für die orangenen Werte ist das Gesamtmoment Null.

Liegt der Schwerpunkt 2.04 cm oberhalb der Achse (Punkt A), was in etwa der halben Höhe der Patronenkammer entspricht, so gibt es keine Drehung. In Höhe der Achse dagegen muss er 52 cm dahinter liegen (Punkt b), um das Patronenmoment auszugleichen. Dies ist technisch nicht umsetzbar. Es muss also ein Punkt dazwischen genommen werden. In der Graphik ist ebenfalls der momentane Schwerpunkt (Punkt C) eingezeichnet. Um das Auto zu optimieren, würde das Verschieben nach oben und nach hinten helfen.

11 Präsentation

11.1 Portfolio

Wenn die Entwicklung abgeschlossen ist, müssen die Teams ihre Arbeit präsentieren. Dafür dient u.a. das Portfolio. Diese Präsentationsmappe sollte im Format A3 sein und den gesamten Entwicklungsprozess aufzeigen. Dieser beinhaltet sowohl virtuelle als auch reale Tests. Die Wahl der Materialien sowie die optische Gestaltung des Wagens soll erklärt werden. Die Jury möchte Analysen und Optimierungen sehen, außerdem sollen Innovationen, Konzepte, Marketingstrategien, Sponsoring, Projektmanagement, Strukturen und die Arbeitsaufteilung im Team dargelegt werden. Darüber hinaus wird ein Budgetplan, eine technische Zeichnung sowie ein fotorealistisches Rendering verlangt.



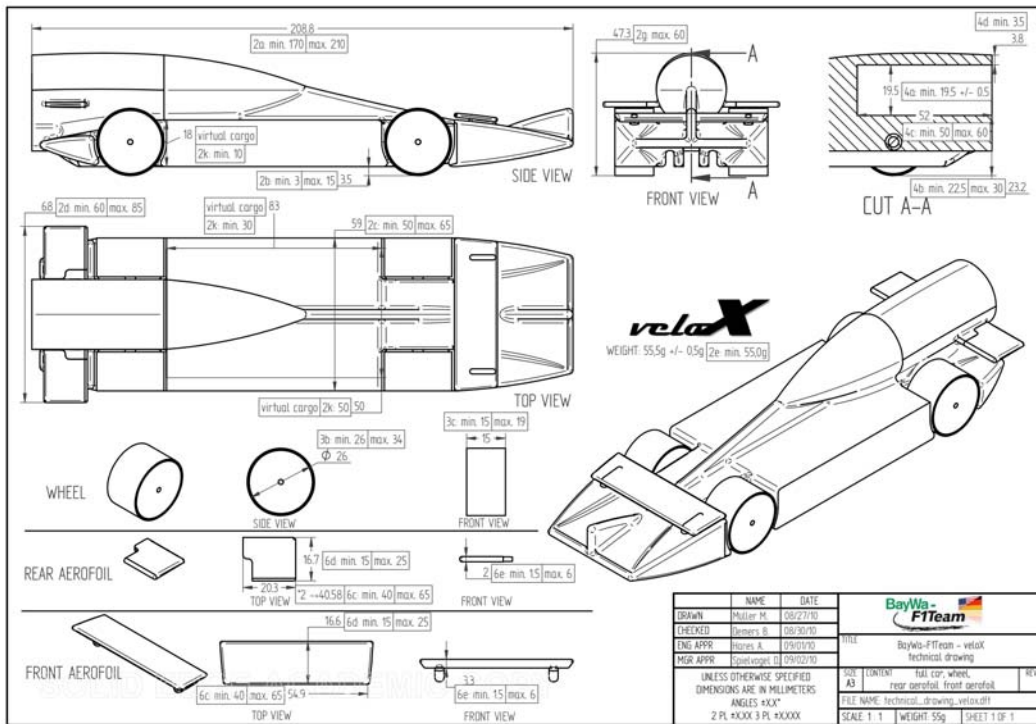
B10: Fotorealistisches Rendering

11.2 Mündliche Präsentation

Ein weiterer Teil der Präsentation ist ein mündlicher Vortrag mit Präsentationsfolien. Alle Teammitglieder sollten gleich lang sprechen. Die gesamte Präsentation dauert je nach Meisterschaft zwischen fünf und acht Minuten. Anschließend stellt die Jury Fragen. Nicht nur der Vortragsstil wird bewertet, sondern auch die Wahl der Präsentationsmittel. Die Folien sollten übersichtlich und ansprechend gestaltet sein. Eine klare Gliederung ist erwünscht. Oft bietet es sich an, in die Präsentation einige Videos und Animationen einzubauen. Die Teammitglieder sollen zeigen, dass sie im Team zusammenarbeiten können, aber auch, dass jeder seine eigenen fachlichen Kompetenzen hat. Eine Interaktion mit dem Publikum ist ausdrücklich erwünscht. So können die Teams Exponate, wie z.B. ein gefrästes oder grundiertes Auto, spezielle Radkonstruktionen und weitere interessante Materialien während der Präsentation der Jury übergeben. Sinnvoll ist außerdem das Verteilen von Konzeptblättern zu Beginn, sowie von Flyern am Ende. Auch beim Fragenteil sollte jedes Teammitglied gleichermaßen eingebunden werden. Die Fragen können einen Bezug zum Vortrag haben oder das technische Wissen der Teammitglieder prüfen.

11.3 Technische Zeichnung

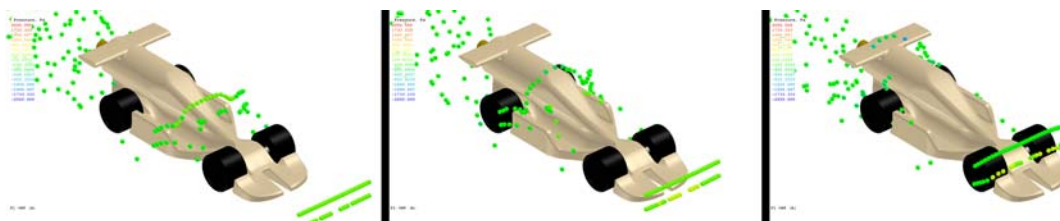
Eine Portfolioseite enthält die technische Zeichnung, die mit der Konstruktionssoftware erstellt werden kann. Das Auto wird in den orthogonalen Ansichten und als Modell dargestellt. Die Einhaltung sämtlicher Spezifikationen des Regelwerks sollte mit Abmessungen belegt werden. Außerdem sind Schnittansichten und weitere detaillierte Ansichten sinnvoll.



B11: Technische Zeichnung

11.4 Animationen

Videos können leicht aufgenommen werden, so z.B. der Fräsvorgang, das Drehen der Räder oder auch High-Speed-Aufnahmen. Allerdings sind auch Simulationen erwünscht. Eine einfache Möglichkeit bietet hier der Windkanal. Kugeln oder Vektoren können entlang der Strömungslinien wandern. So wird die Strömung anschaulich dargestellt.



Windkanalanimation, Kugeln wandern von vorne nach hinten

Auch SolidEdge und viele weitere Programme können Animationen erstellen.



Explosionsanimation, Auto wird in Einzelteile zerlegt

11.5 Corporate Identity

Unter Corporate Identity versteht man die im Unternehmensbereich angewandte Möglichkeit, das Auftreten in der Öffentlichkeit sowie das Verhalten einheitlich zu gestalten. Ein besonderer Teil davon ist das Corporate Design, mit dem im Wesentlichen die einheitliche Präsentation gemeint ist. Die Teams sollen ein Design entwickeln, welches überall präsentiert wird, am Teamstand, im Portfolio, auf Flyern, Plakaten, der Teamkleidung, dem Auto, der Website und in der Präsentation. Das Corporate Design kann aus wenigen farblichen Elementen, aber auch aus größeren zusammenhängenden Strukturen bestehen. Auch Sponsoren (-Logos) können einen Teil des Designs bilden.

11.6 Teamstand

Jedes Team muss einen Teamstand aufbauen. Die dafür vorgesehenen Boxen bestehen aus drei Stellwänden. Die Tiefe beträgt einen, die Höhe zweieinhalb und die Breite je nach Meisterschaft zwischen zwei und vier Meter. Üblicherweise werden mehrere Boxen aneinander gebaut, sodass die Stellwände doppelt genutzt werden. In der Mitte steht ein Tisch, den die Teams bei ihrer Gestaltung aber nicht benutzen müssen. Ein einfacher Aufbau besteht darin, Poster oder Plakate an die Wände zu hängen und Exponate auf den Tisch zu legen. Das Portfolio liegt ebenfalls beim Teamstand aus. Immer mehr Teams gestalten ihre Box aber wesentlich aufwändiger. So reicht das Spektrum von kleinen Vitrinen, Schaukästen und selbstgebauten Windkanälen bis hin zu komplett individuell angefertigten Modulen, welche einfach anstelle des Tisches in die Box geschoben werden. Auch die Verwendung von einem oder mehreren Flachbildschirmen sowie von Touch-screens und weiterem technischen Equipment ist inzwischen üblich. Der Teamstand eignet sich gut, um die Sponsoren zu repräsentieren. Generell kann man auch sehr große Renderings auf die Wände drucken, der Informationsgehalt ist jedoch entscheidend. Um besser planen zu können, kann im Vorfeld der gesamte Teamstand virtuell zusammengebaut und gerendert werden. Wiederholungen des Portfolios am Teamstand sind in der Regel unerwünscht.

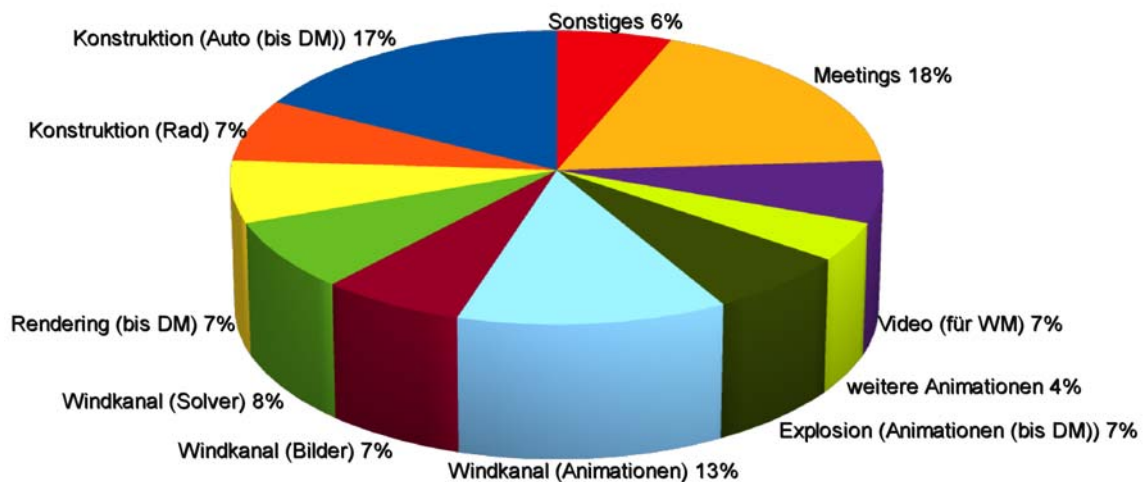


B12: Teambox

12 Das Ziel – die Weltmeisterschaft

12.1 Aufwand

Der zeitliche Aufwand ist extrem groß. Ich habe im BayWa-F1Team zum zweiten Mal als Konstrukteur teilgenommen und allein in der Saison 2010 betrug mein Arbeitsaufwand über 1300 Stunden. Außerdem fallen zusätzliche Dinge an, wie z.B. das Verwalten einer Website, das Programmieren zusätzlicher Hilfssoftware oder auch der Bau benötigter Maschinen. Daher sollte man sich eine Teilnahme zeitgleich zur Schule zweimal überlegen. Außerdem ist die Weltmeisterschaft durch hohe Reisekosten oft extrem teuer.



Zeitlicher Aufwand als technisch interessiertes Teammitglied in Prozent (von 1310 h)

12.2 Kollaboration

Nicht nur die Sieger der einzelnen Länder, auch die Zweitplatzierten jeweils zweier Länder können durch die Bildung eines Kollaborationsteams an der Weltmeisterschaft teilnehmen. Entstehen durch die Kollaboration Teams mit mehr als sechs Mitgliedern, erhält ein Teil des Teams den Status *supporting member*. Der Nachteil einer Kollaboration ist die teilweise schwierige interkulturelle Verständigung, der wesentlich größere Vorteil die doppelte Menge an Arbeitskräften sowie an Erfahrungen und Sponsoren.

12.3 Fazit

Der Gewinn für das Siegerteam ist die Bernie Ecclestone Word-Championship Trophy sowie ein Stipendium der City University London. Doch auch allein die Teilnahme an der Weltmeisterschaft ist für viele Teams schon ein lohnenswertes Ziel. Die Teams sammeln meiner Meinung nach eine Menge Erfahrungen, die ihnen die Schule nicht vermitteln kann. Nicht nur die im späteren Berufsleben hilfreichen Erfahrungen, sondern auch das Erlebnis an sich ist den immensen Aufwand sicherlich wert. Das BayWa-F1Team konnte dieses Ziel durch den zweiten Platz bei der deutschen Meisterschaft 2010 und dem dadurch erworbenen Kollaborationsrecht mit den USA erreichen. Es war für alle Teilnehmer eine unvergessliche Erfahrung.

13 Literaturverzeichnis

Materialien von den Veranstaltern der Wettbewerbe:

Regelwerk 2008/2009 (Deutsch)

Regelwerk 2009/2010 (Deutsch)

Regelwerk Weltmeisterschaft 2010 (Englisch)

Bewertungsbogen für das Portfolio (Englisch)

Bewertungsbogen für die mündliche Präsentation (Englisch)

Bewertungsbogen für die Spezifikationen (Englisch)

Bewertungsbogen für die Entwicklung (Englisch)

Bewertungsbogen für das BayWa-F1Team (Deutsche Meisterschaft)

Internetquellen:

<http://www.f1inschools.co.uk/page--the-f1-in-schools-challenge.html> (Stand 2010)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Gleitlager> (Stand 2010)

14 Bildnachweis

BayWa-F1Team, B1, B2, B4 (unten, mitte), B5, B6, B9 (2010)

Candussio Adrian, B7 (2010)

Candussio Anton und Simon, B3 (2009/2010)

Formel 1 in der Schule, B12 (2010)

Gawlik Maximilian, B8 (2010)

Müller Markus, B10, B11 (2010)

15 Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich meine Seminararbeit ohne fremde Hilfe angefertigt habe und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benützt habe.

München, den 04.11.2010