

## Schedule

08:00 – 08:30	30'	Registration		
08:30 – 08:45	15'	Welcome		
08:45 – 09:30	45'	Rules		
09:45 – 10:45	60'	Ergonomics	Cash Flow Management Financial Budgeting	
11:00 – 12:00	60'	Brake System		
12:00 – 13:00	60'	Lunch (Mensa)		
13:00 – 14:30	90'	Highlight Speech		
14:45 – 15:45	60'	Engine	Marketing & Communication	Round Table FSG Board meets Team Captains One person/team only.
16:00 – 17:00	60'	Cooling	Project Management	
17:00 – 17:30	30'	Brezel Break		
17:30 – 18:30	60'	Tires	Risk Management	
18:45 – 19:00	15'	Summary		

in room V47.01     
  in room V47.02     
  in room V47.06

## Speaker

Highlight Speech	Dr. G. Kohnen – Toyota Motorsport GmbH
Welcome / Summary	Dr. L. Vollrath – Verein Deutscher Ingenieure e.V. & FSG Steering Committee T. Hannig – Kion Group GmbH & FSG Steering Committee
Rules	F. Röske – Porsche Leipzig GmbH & FSG Steering Committee
Ergonomics	M. Zottler – TU Graz
Brake System	M. Wenkel – DOLMAR GmbH
Engine	J. Borchardt – Stihl AG
Cooling	K. Weinreich – Weber Automotive GmbH
Tires	C. Zinke – TU Braunschweig
Cash Flow Management & Financial Budgeting	H. Grundner – InnoVAVE
Marketing & Communication	B. Schlögl – Carbo Tech Composites GmbH B. Pattberg – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. & FSG Steering Committee
Project Management	K. Paule – Universität Stuttgart
Risk Management	F. Röske – Porsche Leipzig GmbH & FSG Steering Committee J. Helbig – Europcar Autovermietung GmbH & FSG Steering Committee

## Ergonomie

### Einleitung

Es soll dem Fahrer so angenehm als möglich gemacht werden das Fahrzeug zu lenken. Um dies zu ermöglichen müssen alle Schnittstellen die der Fahrer mit dem Fahrzeug hat, auf ihn angepasst werden.

Vom ergonomischen Standpunkt aus, soll das Fahrzeug um den Fahrer herum konstruiert werden.

Beginn mit einem Pflichtenheft. Was müssen wir erfüllen? Was wollen wir erfüllen?

Die Muss-Kriterien finden sich im Regelwerk.

z.B. 95% Amerikaner, Vorgaben für Gurtposition und Verlauf, ...

Die Soll-Kriterien sollten in einem Pflichtenheft in der Konzeptphase erarbeitet werden. Wichtigstes Kriterium ist hierbei die Festlegung der Sitzposition (Aufrecht oder Flach). Diese Entscheidung wirkt sich wesentlich auf das Gesamtkonzept aus (Schwerpunktslage, Trägheitsmoment)

Nützlicher Hilfsmittel ist hierbei eine einfache Sitzkiste um ein Gefühl für Sicht, Platzbedarf, Position von Lenkrad, und Pedalen, bzw. von Armen und Beinen zu bekommen.



### Einzelne Baugruppen im Bereich Ergonomie

- Pedalbox: Vor und Nachteile von 2- bzw. 3-Pedalkonzepten, steife Lagerung, Kraftverlust durch Reibung sollte vermieden werden. Eine Einstellbarkeit ist sehr wünschenswert.
- Lenkrad: Form und daraus erfolgte Kraftübertragung (Form- bzw. Reibschluss), steife Lagerung, Leichtgängigkeit und eventuelle Einstellbarkeit sollten gegeben sein.
- Schaltung: Vor und Nachteil von mechanischen bzw. kraftunterstützten Schaltsystemen. Unterschiedliche Konzepte der Betätigung, wie Knöpfe, Wippen, Hebel.
- Sitz: Zukaufteil, CAD Konstruktion oder Schaumabguss. Eine Schalenform und eine raue Oberfläche sollte genug Seitenhalt liefern. Auf unterschiedliche Körperformen der Fahrer sollte eingegangen werden. Ein schlechter Sitz führt auf Grund von Druckstellen und schlechtem Seitenhalt zu einer rascheren Ermüdung des Fahrers
- Gurt: Rückhalt bei Unfall, Unterstützung beim Seitenhalt.
- Instrumente: Mechanische- oder elektronische Anzeigen, wobei bei elektronischen Anzeigen zwischen einer Aktiven (LED) und passiven (LCD) Beleuchtung unterschieden werden kann. Anzeigen höchster Priorität sollten Öldruck und Wassertemperatur sein. Anzahl und Position der Schalter sollte gut überlegt sein. Die Schalter sollten zudem auch mit einem Handschuh das Gefühl vermitteln das sie gedrückt wurden.
- Fahrerausrüstung: Auf Grund der Sicherheit für den Fahrer sollte die Ausrüstung immer in einem TOP Zustand sein. Aber auch eine schmutzige, unpassende und unbequeme Ausrüstung können Einfluss auf die Fahrleistungen haben.

## Geschichtliches

- die erste Trommelbremse wurde von LOUIS RENAULT erfunden
- MALCOLM LOCKHEAD entwickelte die erste hydraulische Trommelbremse
- der Erfinder und Konstrukteur PRESTON TUCKER erfand neben anderen nützlichen Dingen für das Automobiles die Scheibenbremse in ihrer heutigen Form

## Technische Grundlagen von Bremsscheiben und Bremssätteln

- Bremsscheiben kommen in den unterschiedlichsten Varianten vor
- Standard-Rohling, gelocht oder geschlitzt, innenbelüftet, schwimmend oder als Mischformen aus den erwähnten
- die Bremssättel werden in „fest“ und „schwimm“ Sattel eingeteilt (der Schwimmsattel wird häufig auch als Faustsattel bezeichnet)
- Merkmal des „schwimm“ Sattels ist, dass nur auf einer Seite des Bremssattels Bremskolben vorhanden sind und sich axial verschieben lässt
- beim „fest“ Sattel hat jeder Bremsbelag mindestens einen oder mehrere Bremskolben
- der Festsattel leitet den Bremsdruck/Kraft am besten in die Bremsscheibe ein

## Grundlagen zur Berechnung und Dimensionierung von Bremsanlagen

- für die Berechnung einer Bremsanlage müssen folgende Größen bekannt sein
- Durchmesser der Räder, der zu verwendeten Bremsscheiben und die der Bremskolben
- Achslastverteilung, sowie die Lage des Schwerpunktes des Fahrzeugs
- Reibkoeffizienten zwischen Straße/Reifen und Bremsscheibe/Bremsbelag
- es empfiehlt sich der Rechenweg vom Rad zur Bremspumpe
- aus den statischen und dynamischen Kenngröße sind die Aufstellkräfte/-momente zu bestimmen
- aus diesen Kräften und Momenten lassen sich die Kräfte und Momente an der Bremsscheibe ermitteln
- anschließend kann mit den Daten der Bremszange der benötigte Druck im Bremssystem ermittelt werden
- aus dem Druck und der gewünschten Pedalkraft kann der Durchmesser der Bremspumpe berechnet werden
- es empfiehlt sich die Berechnung für unterschiedliche Verzögerungswerte durchzuführen

## Empfehlung und Werte von eingesetzte Bremsanlagen in der Formula Student

- an der Vorderachse Bremsscheiben unter 220mm im Rad vermeiden
- an der Hinterachse Bremsscheiben unter 200mm (solo) und 180mm im Rad vermeiden
- die Durchmesser der Bremspumpen liegen im Bereich von 15-20mm
- der Bremsdruck sollte in einem Bereich von 30 bis 70 [bar] für eine Vollbremsung liegen

## Empfehlenswerten Materialien für den Einsatz als Bremsscheibenmaterial

- Guss oder spezielle Stahlsorten (Wärmebehandlung) eignen sich sehr gut zum Einsatz als Bremsscheibenmaterial
- gerade aus Stahl lassen sich z.B. durch Laserschneiden kostengünstige Bremsscheiben herstellen
- für eine funktionsfähige Gestalt der Bremsscheibe ist sich „know-how“ im Bereich von Wärmeaufnahme/-Abgabe und Ausdehnungsbereichen zu erarbeiten
- Materialien wie Keramik oder Carbon sind sehr kostenintensiv und benötigen zum Teil eine „Start“ – Temperatur um eine Bremswirkung zu erreichen
- Empfehlenswerter sind Bremsscheiben aus dem Motorsport (Motorrad) und Kartbereich

## Technische Besonderheiten und Irrtümer

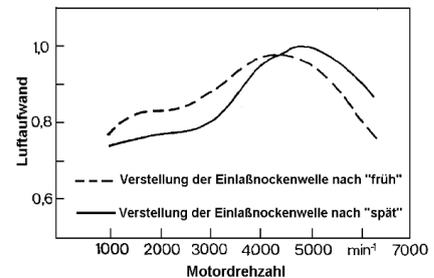
- „schwimmend“ gelagerte Bremsscheiben reduzieren den Reibanteil bei nicht betätigter Bremse (in der Regel hohe Geräuschemission bei langsamer Fahrt)
- halb-„schwimmend“ gelagerte Bremsscheiben bilden ein guten Kompromiss zwischen der Ausdehnung des Bremsscheibenaußenrings, Reibung und Geräuschemission
- Gussbremsscheiben besitzen keinen technischen Nachteil gegenüber Stahlbremsscheiben, der Reibkoeffizient ist sogar höher
- Gussbremsscheiben müssen „trocken“ gefahren werden, da sonst schnell Rost entsteht
- aus diesem Grund werden Gussbremsscheiben nur noch selten im Motorradbereich eingesetzt
- „Wave“ Bremsscheiben besitzen keinen technischen Vorteil gegenüber dem konventionellen Bremsscheiben Design
- bei Fantasiedesign im Bremsscheibenbereich werden oft technische Funktionsbereich vernachlässigt, dies führt in der Regel zum Versagen der Bremsscheibe bei hoher Beanspruchung
- wenn die Bremsbeläge „schräg“ ablaufen, spricht man vom Schrägablauf dies hat zwei Hauptgründe
- erster Grund ist das unausgewogene Verhältnis der Bremskolbengröße für Beläge mit mindestens zwei Bremskolben
- als zweiter Grund sind elastische Verformungen des Bremssattels zu nennen
- Radiale Bremszangen haben keine bessere Bremswirkung gegenüber einer konventionellen Bremssattelbefestigung
- Radiale Bremspumpen sind den axialen Bremspumpen in der Dosierbarkeit und Krafteinleitung überlegen

## valve timing and runner lengths

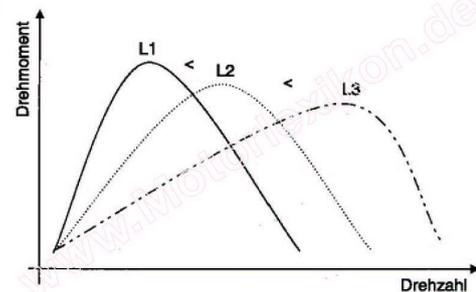
- **Air efficiency** 
$$\lambda_a = \frac{m_{Gges}}{V_H \cdot \rho_{th}}$$

- **Effective efficiency** 
$$\lambda_l = \frac{m_{Zges}}{V_H \cdot \rho_{th}}$$

- intake timing for power output at high rpm => late inlet valve closing
- early inlet valve closing => good torque output, but throttle at high rpm

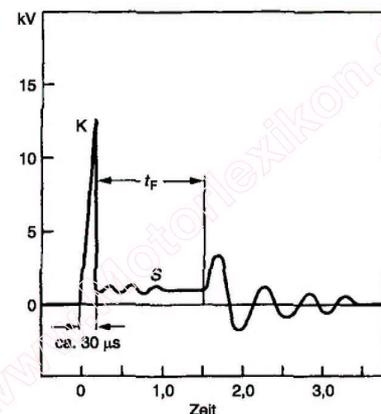


- valve gap influences valve timing, valve lift and valve overlap
  - mechanical adjustment
  - hydraulic valve gap compensation
- valve overlap is necessary for complete residual gas into the outlet
- variable intake runner lengths
  - target => max. volumetric efficiency in all rpm's
- long intake runners
  - high torque at low rpm
  - only a small rpm range useable
- short intake runners
  - absolute less torque then long intake runners => more power (rpm effect)



## ignition

- Spark energy > 0,3 mJ
- Flow velocity < 15 m/s in lean conditions
- Spark duration > 35 μs
- air is quicker then fuel => check for Lambda Peaks in engine acceleration
- quick check for spark duration => 0 Ohm spark plug
- using a hot spark plug => good free burning of the spark plug



## Übliche Reifen in der Formula Student

13 Zoll Felgendurchmesser :

Hersteller	Dimension	Mischung	Bauart	Preis*	Bestellnummer	TTC Round
Avon	6.2/20.0-13	A45	Diagonal, Trocken**	203€	-	2
	7.2/20.0-13	A45	Diagonal, Trocken**	217€	-	2
	8.2/20.0-13	A45	Diagonal, Trocken**	230€	-	-
	195/500R13	A45	Radial, Trocken**	244€	-	-
Hoosier	20.5x6.0-13	R25A	Diagonal, Trocken	140\$	43128	2
	20.5x7.0-13	R25A	Diagonal, Trocken	140\$	43129	2, 3
	20.0x7.5-13	R25B	Diagonal, Trocken	148\$	43161	3
	20.0x6.5x13	WET	Diagonal, Regen	150\$	44140	-
	20.0x7.5-13	WET	Diagonal, Regen	154\$	44150	-
Goodyear	20.0x7.0-13	R075	Diagonal, Trocken	~150\$	D2692	3
	20.0x7.0-13	R065	Diagonal, Intermed.	~160\$	D2691	-
	20.0x7.0-13	R065	Diagonal, Regen	~160\$	D1883	-
Michelin	16/53-13	S6	Radial, Trocken**	164€	-	3

\* ohne Gewähr, Tagespreise üblicher Händler (ohne MwSt. und Einfuhr)

\*\* auch als Regenreifen verfügbar

AVON: <http://www.avonracing.com/home.html>

Hoosier: <http://www.hoosiertire.com/Fsaeinfo.htm>

Goodyear: <http://www.racegoodyear.com/sae.html>

Michelin: <http://www.reifen-knuettel.de/> (Händler der Michelin FS-Reifen)

## Weitere Reifenhersteller

Continental: Spezieller FS-Reifen, Partnerschaft mit der TU Braunschweig

Pirelli: Spezieller FS-Reifen, Partnerschaft mit der TU Darmstadt

Dunlop: Kein spezieller FS-Reifen, eher selten genutzt

## Literatur

Buch: "The Racing & High-Performance Tire: Using Tires to Tune for Grip & Balance" - Paul Haney

Pat's Corner: Tyres ( <http://www.formulastudent.de/academy/pats-corner/advice-details/article/tyres/> )

Auszug: "Mechanics of Pneumatic Tires" ( [http://media.wiley.com/product\\_data/excerpt/19/04713546/0471354619.pdf](http://media.wiley.com/product_data/excerpt/19/04713546/0471354619.pdf) ), Quelle: "Theory of Ground Vehicles, 3rd Edition" - J. Y. Wong

## ■ Finanzplanung beginnt bei den Kundenwünschen

Vor Beginn jeglicher Projektarbeit hat das Team die drei W-Fragen zu beantworten.

**WER?** .. ist /sind unsere Kunden **WAS?** .. benötigt der Kunde **WIE?** .. kann das Team die Bedürfnisse der Kunden zufrieden stellen. Kunden sind hierbei nicht nur externe, sondern auch interne Kunden. Projektarbeit ohne die Beantwortung der Fragen ist wie Auto-Scooter fahren mit verbundenen Augen – es kann gut gehen, aber man eckt an vielen Stellen an.

Zur Aufbereitung der Aussagen und zur Erkennung deren Relevanz für die weitere Arbeit hat sich die Methode QFD (Quality Function Deployment) als durchaus brauchbar erwiesen

## ■ Das Liefer- und Leistungsprogramm – Basis der Finanzplanung

Die Antworten auf die Fragen nach **WAS?** ergeben in der Regel die Bausteine des Lieferprogramms /die Inhalte der Produkt-Struktur. Bei der Festlegung des Lieferprogramms ist es sinnvoll die Kundenbedürfnisse zu gewichten, da nicht alle Kundenbedürfnisse gleiche Wertigkeit haben. Dadurch erhält die Projektarbeit Struktur und die Frage nach dem **Wie Gut?** wird beantwortet.

Der Transfer-Prozess die **WAS?** in das Team entscheidet nachhaltig über die Wirtschaftlichkeit der anstehenden Arbeit. Die Entscheidung **WIE?** einzelne Kundenwünsche erarbeitet werden, legt den Ressourcenverbrauch und damit verbunden den Finanzierungsbedarf fest.

## ■ Das Leistungsprogramm – Wann und wofür fließen Mittel ab

Die **Wie's** sind Objekte oder in der differenzierten Form Arbeitspakete, die erarbeitet werden müssen um das definierte Ziel zu erreichen.

### ○ Projekt-Struktur-Plan

Der Projekt-Struktur-Plan (PSP) in welcher Form auch immer dargestellt (Netz, Gantt, ...) visualisiert die sinnvolle Reihenfolge zu erarbeitender Umfänge.

### ○ Schätzklausur

Nicht allen Arbeitspaketen können direkt Kosten zugeordnet werden. Bisweilen ist der Einsatz empirischer Methoden zur Festlegung des Mittelbedarfs erforderlich. Das Werkzeug Schätzklausur ist eine dieser Methoden und liefert für die Grobplanung ausreichend genaue Werte.

## ■ Der Finanzplan

Der Finanzplan zeigt auf, **WIE** Viel? Mittel, **WANN?**, **WOFÜR?** bereitgestellt werden müssen. Dazu werden die Elemente des PSP in ein zeitliches Raster integriert, bewertet und der Mittelbedarf – der Abfluss von finanziellen Ressourcen - der einzelnen Perioden erarbeitet.

## ■ Cash Flow Management – Das Fieberthermometer des Projekts

Die genaue Kenntnis der finanziellen Zu- und Abflüsse ist für eine ergebnisorientierte Projektarbeit von entscheidender Bedeutung. Deshalb ist der Finanzplan – die Ausgaben-, mit der Einnahmen-Seite zu kombinieren.

### ○ Einnahmen – Ausgaben-Rechnung

Die einfachste aber nicht unbedingt aussagefähigste Darstellung der Geldströme (Kontoauszug)

### ○ Haben – Soll-Rechnung (einfache Kontenverwaltung)

Die Soll /Haben-Rechnung ist auf der höchsten Aggregationsstufe mit den Aussagen der Einnahmen /Ausgaben-Rechnung vergleichbar. Geht man etwas tiefer, so gliedern sich sowohl die Einnahmen- als auch die Ausgaben-Seite in einzelne Konten bspw. Material, Dienstleistungen, Spenden,... Damit werden Abweichungen von Planzuständen und damit verbundener Handlungsbedarf erkennbar, das Projekt steuerbar.

### ○ Risiken – erkennen – bewerten – „einplanen“

Ein wichtiger Bestandteil der Planung der Geldströme ist die Bewertung der Projekt- und Prozessrisiken und deren Auswirkungen auf den Mittelbedarf. Auf der Einnahmen-Seite sind Zusagen von Spenden und Leistungen nicht mit dem Handschlag bereits eingetroffen, auf der Ausgabenseite werden vermeintlich einfache Aufgaben zu Mittelgräbern. Beides Aspekte, die nicht hart bewertbar sind, sondern bei denen Erfahrung eine wichtige Rolle spielt. Die Ergebnisse der Risikoanalyse sind permanent zu überprüfen und in die Planung zu integrieren.

## ■ Routine und Anpassung sind Pflicht

Der Finanzplan und das Cash Flow Management unterstützen die Projektarbeit nur dann, wenn beide permanent gepflegt - z.B. zumindest an den Meilensteinen – und der Dynamik des Projekts angepasst werden. Dazu sind einerseits Aufrichtigkeit in den Aussagen über den Stand der Arbeiten, andererseits Kundenpflege und konsequentes Claim Management erforderlich.

Der Finanzplan und das Cash Flow Management erfordern intensive Planung, permanente Pflege und falls erforderlich konsequente Anpassung. Dann unterstützen sie die Projektarbeit und den Erfolg.

## **Marketing – Achten Sie auf das MarkeTEAM**

### **Achten Sie auf die Marke „Team“**

Marketing ist DIE Schnittstelle nach außen

Marketing entscheidet, wie/ob das Team von der Öffentlichkeit wahrgenommen wird.

### **Neue Potentiale und neue Herausforderungen**

- FSG ist sehr bekannt, enormes Medienecho, bald 100 Teams in Europa
- Verdrängungswettbewerb um Sponsorengelder
- Marketingaktivitäten dürfen nicht viel kosten - Geld muss in Technik und Weiterentwicklung fließen

### **Sponsoring**

- Sponsorkonzept
- Wie bindet man Sponsoren an sich?
- Was kann man den Sponsoren bieten?

### **Interne und externe Veranstaltungen**

- Messen, Kongresse
- Roll Out, Teampräsentationen

### **Design and Layout**

- Druckkosten sind bei gutem Design gleich hoch wie bei schlechtem Design

### **Homepage**

- Professionelle Präsentation des Teamgeschehens
- Topaktuell aus allen Bereichen informieren
- Freunde/Sponsoren/Studenten ans Team binden

### **Business Plan Presentation Event**

- Executive Summary
- 75 wertvolle Punkte für den Wettbewerb

## **Pressearbeit**

- Presse ist ein Multiplikator  
→ gezielt genutzt ein wertvoller Kanal zu euren Zielgruppen
- Pressearbeit bedeutet Zeit und Aufwand, v.a. in der Bauphase  
→ setzt eure Kapazität gezielt ein

## **Von der Pressemitteilung zum Beitrag**

### **Die Presse wählt aus – Nachrichtenfaktoren**

### **Den Inhalt der Nachricht an die Ziel(presse)gruppe anpassen**

- Eure Botschaft
- „Köder“ / für Reporter relevanter Nachrichtenfaktor

### **Aufbau einer Pressemitteilung**

- Formales
- Inhaltlicher Aufbau

### **Versand und Kontakt**

- Presseverteiler
- Nach- oder Vortelefonieren

### **Mögliche Beiträge**

- Print- und Onlinemedien
- TV/Radio

### **Achtung Pressefreiheit!**

Betreibt bewusste Pressearbeit – denn durch die Presse spricht ihr eure Zielgruppen an  
Pressearbeit unterstützt euch – schafft ihr Raum!

Die Formula Student ist, einfach gesagt, eine große Übung im Projektmanagement - die faszinierendste Technik wird ohne seriöse Planung keinen Erfolg haben. Dieser Vortrag geht auf die wichtigsten Punkte ein, die diesbezüglich im Laufe der Saison auf ein Team zukommen. Ein Überblick über den Inhalt:

## Ziele definieren

- Saisonziel sofort zu Beginn definieren
- Ziele schaffen Klarheit für alle Beteiligten
- Ziele als Leitfaden bei der Entscheidungsfindung

## Zeitplan

- Wichtigstes Planungswerkzeug
- Der Zeitplan geht alle an
- Nicht nur den Fahrzeugbau planen!
- Überwachen des Zeitplanes durch Teamleiter / Projektcontroller
- Rückwärtsterminierung
- Zwischentermine sinnvoll setzen
- Externe Fixtermine einbauen

## Struktur

- Klare Teamstruktur inklusive Besetzung steht bei Konzeptionsstart
  - Verantwortlichkeiten klar verteilen
  - Hierarchie einführen & akzeptieren
  - Viele Vollzeitarbeiter
  - Teammitglieder sind für ein komplettes Jahr dabei

## Arbeiten im Team

- Arbeiten in einem Raum
- Entscheidungen treffen – akzeptieren
- Ausreden helfen nicht – das Ergebnis zählt
- Zeitaufwand kennen: Vollzeitjob, mindestens für die Teamleiter
- Wöchentliche Treffen: Gesamtes Team, Technikteams, Orgateam, Gesamtfahrzeugsitzung
- Kommunikation ermöglichen: Telefonlisten, e-mail Verteiler