

# **Projekthandbuch für ein Formula Student Team am Beispiel des TUG Racing Teams**

Diplomarbeit  
von  
Jakob Trentini

Betreuer:  
Dipl. Ing. Josef Andreas Steiner

Eingereicht am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften,  
Arbeitsgruppe für Unternehmungsführung und Organisation,  
der Fakultät für Maschinenbau

Technische Universität Graz



Graz, im Oktober 2003

Für Karin

## Dankeswort

Meine vorliegende Diplomarbeit wurde im Zuge meiner Mitarbeit im TUG Racing Team verfasst. Ich hatte dadurch die Gelegenheit, Projektmanagement von der praktischen Seite aus kennen zu lernen.

Mein erster Dank geht daher an meinen guten Freund David M. Ram, mit dem ich zusammen dieses Team aufgebaut habe. Durch unsere gegenseitige Unterstützung war es uns möglich, einen kleinen Traum Wirklichkeit werden zu lassen.

An dieser Stelle möchte ich auch allen derzeitigen Mitgliedern des TUG Racing Teams für ihren intensiven Einsatz danken.

Darüber hinaus möchte ich vor allem meiner Freundin Karin danken, die mich nicht nur stark unterstützt, sondern diese Zeit auch nervlich mit mir durchgestanden hat.

Auf Seiten der Technischen Universität Graz möchte ich insbesondere meinem Betreuer Dipl. - Ing. Josef Andreas Steiner danken. Meine viele Arbeit innerhalb des Teams war der Diplomarbeit nicht immer förderlich, doch durch seine Unterstützung und sehr guten Ratschlägen ist es mir gelungen, diese Arbeit doch noch in der vorgegeben Zeit zu beenden. Weiter möchte ich Herrn Univ. Prof. Dr. Dipl.-Ing. Haberfellner dafür danken, diese Arbeit mit Begeisterung unterstützt zu haben.

Last but not least möchte ich meinen Eltern danken, ohne die ich dieses Studium nie machen könnte. Durch ihren intensiven Beistand war es mir auch in schwierigen Zeiten möglich weiter zu machen. Außerdem ist ihre Faszination für das Formula Student Projekt sogar für mich noch ansteckend und äußerst motivierend.

## ▪ Zusammenfassung

Diese Arbeit ist in zwei große Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt erläutert die in der Arbeit häufig verwendeten Begriffe und die Methodik, die unser Projekt beinhalten und stellt somit die theoretische Grundlage dar. Der zweite Abschnitt beschäftigt sich anschließend mit der praktischen Anwendung anhand des Formula Student Teams und soll somit ein Handbuch für den Aufbau eines solchen Teams sein.

Beginnend mit der Definition eines Projekts möchten wir im ersten Teil auch erklären, was unter Projektmanagement verstanden wird, wozu die Projektplanung dient und was sie beinhaltet. Des Weiteren wollen wir erklären was Meilensteine sind, wie eine Projektguideline aufgebaut ist, sowie den Begriff des Projektcontrollings näher beschreiben.

Dieser Abschnitt soll jedoch auch die verschiedenen Möglichkeiten aufzeigen, wie ein Projekt grundsätzlich aufgebaut werden kann, sprich wie sich die verschiedenen Projektorganisationen voneinander unterscheiden. Ein Überblick über die Methodik des Systems Engineering stellt den Abschluss des ersten Abschnitts dar.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit der praktische Anwendung dieser Theorie anhand des TUG Racing Teams. Dieses Team besteht seit November 2002 und umfasst zurzeit (28.10.03) 41 Studierende.

Am Beginn wird die Projektplanung des Teams vorgestellt. In komprimierter Form werden der zeitliche Ablauf und die Terminplanung dargestellt. Sie beinhalten die Gliederung des geplanten Zeitrahmens in einzelne Phasen und beschreiben die einzelnen Meilensteine und Ziele.

Anschließend wird anhand der Projektorganisation die Teamstruktur mit den einzelnen Rollenbeschreibungen und deren Verantwortungs- und Aufgabenverteilung erklärt. Darüber hinaus soll die Kommunikation und das Informationswesen innerhalb unseres Teams beschrieben werden.

Die Grundzüge des Projektcontrollings sollen ebenfalls in diesem Abschnitt berücksichtigt werden. Sie umfasst vor allem die Möglichkeiten der Soll-Ist-Vergleiche und bietet unterschiedliche Steuerungsmaßnahmen bei Planabweichungen an. Den Abschluss dieses Abschnitts bildet die Betrachtung der Projektdokumentation in unserem Team.

## ▪ Abstract

This thesis is divided into two main parts. The first one explains the terms which are often used in this thesis and shows also the methods which this project contains. So it is the theoretical basis of it all. The second part shows the practical use of this theory in the view of our own Formula Student Team, the TUG Racing Team. This part should be a handbook for to build up a Formula Student Team.

We start with the definition of a project and go on to show what is to be understood by project management and for what the project planning is used and what does it contain. Further on we want to give details about what milestones are, how a project guideline is built up and tell what the project controlling is.

This part should also show the different kinds of a project organisation, which means how a project is structured. An overview about the methods of System Engineering will end this part.

The second part contains the practical use of this theory is shown in the view of the TUG Racing Team. This team exists since November 2002 and consists of 41 students at this moment (28.10.03).

At the beginning the project planning of this team is visualized. It shows the chronological expiration and the time schedule. It contains the process of dividing into phases and describes the individual milestones and aims.

Also the organisation of our project is shown. We explain the different roles in our team as well as the structure of the team itself. Further more our communication within the team is described.

The basic about project controlling is also mentioned in this part. It contains the system of getting information as well the comparison of the existing status with the planed status. Adding to this we also show the possibilities of "what to do" in case of a delay.

The documentation of our project represents the end of this second part of the document.

## ■ Management Summary

Die vorliegende Diplomarbeit umfasst den gesamten Ablauf eines Formula Student Teams von der Gründung bis zum ersten Rennboliden. Sie soll ein Handbuch darstellen, um zukünftigen Teams den Einstieg zu erleichtern, damit diese sich von Anfang an auf das Wesentliche bei diesem Wettbewerb konzentrieren können – ein Rennauto bauen. Der gesamte Inhalt dieser Arbeit wurde auf hartem Wege erarbeitet, sprich durch Erfahrung gesammelt und hier wiedergegeben. Es ist meine Hoffnung, dass Formula Student Teams diese hier beschriebene Möglichkeit der Durchführung so eines Projekts nützen können und im Zuge dessen erweitern und verfeinern.

Diese Arbeit ist in zwei große Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt erläutert die in der Arbeit häufig verwendeten Begriffe und die Methodik, die ein Projekt beinhalten und stellt somit die theoretische Grundlage dar. Der zweite Abschnitt beschäftigt sich anschließend mit der praktischen Anwendung anhand des Formula Student Teams der TU Graz und soll somit ein Handbuch für den Aufbau eines solchen Teams sein.

Zu Beginn wird der Begriff „Projekt“ erklärt, der in unserem Sprachgebrauch häufig falsch verwendet wird. Darüber hinaus möchten wir im ersten Teil auch erklären, was unter Projektmanagement verstanden wird und warum die praktische Umsetzung mit einigen Schwierigkeiten behaftet ist.

Zunächst ist eine sorgfältige Projektplanung erforderlich, um Projekte schnell und mit geringen Kosten durchführen zu können. Ausgangspunkt der Projektplanung sind genau festgelegte und mit Prioritäten versehene Projektziele. Dass dies noch nicht alles ist, zeigt sich im ersten Teil dieser Arbeit.

Des Weiteren wollen wir zeigen, dass Meilensteine wichtige Ergebnisse im Laufe einer Projektabwicklung sind und ihre Definition sehr wichtig für die Projektplanung ist. Hand in Hand mit den Meilensteinen geht die Projektguideline. Was sie beinhaltet und wozu sie dient ist ebenfalls in diesem ersten Teil der Arbeit zu lesen. Im Anschluss daran wollen wir den Begriff des Projektcontrollings näher beschreiben.

Dieser Abschnitt soll aber auch die verschiedenen Möglichkeiten aufzeigen, wie ein Projekt aufgebaut werden kann, sprich wie sich die verschiedenen Projektorganisationen voneinander unterscheiden.

Ein Überblick über die Methodik des Systems Engineering stellt den Abschluss des ersten Abschnitts dar. Systems Engineering ist ein Denkmodell und eine Vorgehensweise zur Lösung komplexer Probleme und war für unser Projekt die Grundlage in der Planung und Durchführung.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit der praktische Anwendung dieser Theorie anhand des TUG Racing Teams. Dieses Team besteht seit November 2002 und umfasst zurzeit (28.10.03) 41 Studierende.

Zunächst wird die Projektplanung des Teams vorgestellt. Sie beinhaltet die Einteilung des vorhandenen Zeitrahmens in einzelne Phasen und ordnet jeder Phase ihre entsprechenden Ziele und Aufgaben zu.

Daraus ergeben sich dann in weiterer Folge die Meilensteine unseres Projekts und die Projektguideline aus der unser grober Zeitplan deutlich und leicht verständlich ersichtlich ist. Wie wir nun zu den einzelnen Aufgabenpaketen gekommen sind, die in dieser Projektplanung versteckt liegen, wird durch die Projektstrukturpläne erklärt. Die Verantwortung dieser Aufgabenpakete wird anschließend verschiedenen Teammitgliedern zugeteilt. Um hier noch den Überblick zu bewahren, gibt es die im Zuge dieser Arbeit ebenfalls beschriebene Ablauf- und Terminplanung. Anhand dieser Planung ist es jederzeit möglich zu erfahren, wer für ein Arbeitspaket verantwortlich ist, wann es abgeschlossen werden muss und welche Ressourcen dazu gebraucht werden.

Allerdings ist zur Verteilung der Aufgabenpakete eine Projektorganisation und somit eine Teamstruktur notwendig, die den einzelnen Teammitgliedern ihre Rolle und mit ihr die dazu gehörigen Verantwortungen und Kompetenzen zuweist. Es wird hier beschrieben warum wir uns für eine bestimmte Art der Organisation entschieden haben und wie wir diese dann für unser Projekt verwendet haben.

Einen weiteren wichtigen Punkt in diesem zweiten Teil stellen die Kommunikation und das Informationswesen innerhalb unseres Teams dar. Hier wird die Notwendigkeit erklärt, eine gut funktionierende Kommunikation und Informationsweitergabe aufzubauen.

Bei größeren Projekten ist es notwendig, die am Anfang gemachten Pläne während des Projektablaufs immer wieder zu kontrollieren. Im Allgemeinen wird hier der Begriff Projektcontrolling verwendet. Dieses Projektcontrolling umfasst allerdings nicht nur das Kontrollieren, vielmehr wird damit auch die Mithilfe bei der Planung eines Projekts verstanden, sowie die ständige Dokumentation des Projektablaufs. Darüber hinaus ist es Aufgabe des Projektcontrollings, frühzeitig auf Verzögerungen im Projektablauf hin zuweisen und unterschiedliche Steuerungsmaßnahmen vorzuschlagen.

Als Abschluss dieses zweiten Teils möchten wir noch auf unsere Projektdokumentation genauer eingehen. Dokumentation ist notwendig, um kommenden Teammitgliedern den Einstieg ins Projekt zu erleichtern, aber auch um z.B. Entscheidungen später noch nachvollziehen zu können. Vor allem liegt die Schwierigkeit darin herauszufinden, was zu dokumentieren sinnvoll ist und wie die Archivierung sowohl digital als auch in Hartkopie organisiert werden soll.

Im Anschluss an diesen Hauptteil möchten wir noch auf verschiedene persönliche Erfahrungen hinweisen und auf Dinge aufmerksam machen, die für uns von großer Wichtigkeit sind, wie z.B. der Umgang mit Sponsoren und der Kontakt zur Universität. Welche Zukunft wir für das TUG Racing Team sehen und welche Hoffnungen ich als einer der Teamgründer habe, möchten wir im letzten Abschnitt dieser Arbeit beschreiben.

▪ **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1	GRUNDSÄTZLICHES .....	1
1.2	AUFGABEN UND ZIELE .....	2
<b>2</b>	<b>AUSGANGSSITUATION .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>BEGRIFFE UND METHODIK .....</b>	<b>5</b>
3.1	DAS PROJEKT.....	5
3.2	PROJEKTMANAGEMENT .....	6
3.3	PROJEKTPLANUNG .....	7
3.4	PROJEKTSTRUKTURPLAN (PSP) .....	10
3.4.1	Der objektorientierte PSP.....	10
3.4.2	Der aufgabenorientierte PSP .....	11
3.4.3	Der phasenorientierte PSP.....	11
3.5	PROJEKTGUIDELINE (PGL) .....	13
3.6	MEILENSTEINE .....	14
3.7	PROJEKTCONTROLLING .....	14
3.8	PROJEKTORGANISATION.....	16
3.8.1	Gremien und Instanzen.....	17
3.8.2	Die Reine Projektorganisation.....	19
3.8.3	Stabs-Projektorganisation .....	20
3.8.4	Matrix-Projektorganisation.....	21
3.9	SYSTEMS ENGINEERING .....	22
3.9.1	Vom Groben zum Detail (Top down).....	25
3.9.2	Das Prinzip der Variantenbildung.....	27
3.9.3	Das Prinzip der Phasengliederung.....	28
3.9.4	Der Problemlösungszyklus (PLZ).....	30
3.9.4.1	Anstoß.....	31
3.9.4.2	Situationsanalyse.....	31
3.9.4.3	Zielformulierung .....	33
3.9.4.4	Synthese von Lösungen.....	34
3.9.4.5	Analyse von Lösungen.....	34
3.9.4.6	Bewertung .....	35
3.9.4.7	Entscheidung/Auswahl.....	35
3.9.4.8	Ergebnis .....	35
3.9.4.9	Informationsbeschaffung.....	35
3.9.4.10	Dokumentation.....	36

<b>4</b>	<b>TUG RACING TEAM .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>ORGANISATORISCHE VORAUSSETZUNGEN.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b>PROJEKTPLANUNG .....</b>	<b>39</b>
4.2.1	Zielformulierung / Phasen .....	39
4.2.2	Phasenziele, Inhalte und Zeitrahmen.....	40
4.2.2.1	Gründungsphase (PHASE I) .....	40
4.2.2.2	Konzeptionsphase (PHASE II) .....	41
4.2.2.3	Konstruktionsphase (PHASE III) .....	42
4.2.2.4	Produktionsphase (PHASE IV) .....	43
4.2.2.5	Testphase (PHASE V) .....	43
4.2.3	Meilensteine.....	44
4.2.4	Projektguideline.....	45
4.2.5	Projektstrukturpläne .....	47
4.2.5.1	Phasenorientierter PSP.....	47
4.2.5.2	Aufgabenorientierter PSP.....	49
4.2.5.3	Objektorientierter PSP .....	50
4.2.6	Ablauf- und Terminplanung.....	53
4.2.6.1	Der Balkenplan .....	54
4.2.6.2	Der Netzplan.....	56
4.2.6.3	Alternative Terminplanung .....	59
4.2.7	Zusammenfassung Projektplanung.....	60
<b>4.3</b>	<b>PROJEKTORGANISATION .....</b>	<b>61</b>
4.3.1	Rollenverteilung .....	61
4.3.2	Teamstruktur .....	63
4.3.3	Teamführung, Teamkultur .....	64
4.3.4	Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen.....	65
4.3.5	Kommunikation und Information.....	67
4.3.5.1	Das Kommunikations- und Informationssystem des Teams .....	67
4.3.5.2	Meetings.....	69
4.3.6	Aufgabenverteilung in den einzelnen Phasen .....	71
4.3.6.1	Gründungsphase (Phase I) .....	71
4.3.6.2	Konzeptionsphase (Phase II) .....	73
4.3.6.3	Konstruktionsphase (Phase III) .....	78
4.3.6.4	Fertigungsphase (Phase IV).....	81
4.3.6.5	Testphase (Phase V) .....	82
<b>4.4</b>	<b>PROJEKTCONTROLLING .....</b>	<b>86</b>
4.4.1	Projektdatenerfassung .....	87
4.4.2	Plan- bzw. Soll-Ist-Vergleich .....	87
4.4.3	Analyse von Abweichungen .....	89
4.4.4	Ermittlung von Steuerungsmaßnahmen.....	91
<b>4.5</b>	<b>PROJEKTDOKUMENTATION.....</b>	<b>92</b>
4.5.1	Allgemeines.....	92
4.5.1.1	Ergebnisprotokolle: .....	94
4.5.1.2	Modulberichte: .....	94
4.5.1.3	Komponentenberichte:.....	94

---

<b>5</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN &amp; EMPFEHLUNGEN.....</b>	<b>97</b>
<b>6</b>	<b>AUSBLICK &amp; OFFENE PUNKTE .....</b>	<b>102</b>
	<b>ANHANG A .....</b>	<b>103</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>103</b>
	<b>ANHANG B .....</b>	<b>104</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>104</b>
	<b>ANHANG C .....</b>	<b>105</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>105</b>
	<b>ANHANG D .....</b>	<b>106</b>
	<b>ROLLEN .....</b>	<b>106</b>
	Geschäftsleitung.....	106
	Projektleiter .....	108
	Controller.....	109
	<b>PROTOKOLLE .....</b>	<b>110</b>
	<b>BEWERBUNGSDATENBLÄTTER .....</b>	<b>111</b>
	<b>SPONSORKONZEPT .....</b>	<b>112</b>
	<b>PFLICHTENHEFT AUSZUG .....</b>	<b>113</b>
	<b>ANHANG E.....</b>	<b>114</b>
	<b>BÜCHEREMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>114</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Grundsätzliches

Vor über 20 Jahren wurde in den Vereinigten Staaten von der Society of Automotive Engineering<sup>1</sup> (SAE) der internationale Designwettbewerb „Formula SAE“ ins Leben gerufen. Die SAE ist eine der weltweit größten Vereinigungen von Technik Ingenieuren in den USA.

Die Studierenden haben dabei die Aufgabe, einen einsitzigen Rennboliden zu entwerfen, zu konstruieren, die notwendigen Teile zu produzieren bzw. einzukaufen, das Fahrzeug zu bauen und einmal im Jahr beim Formula Student Bewerb, der in einen statischen und dynamischen Bereich unterteilt ist, anzutreten. Zusätzlich soll eine fiktive Produktion von 4 Fahrzeugen pro Tag geplant werden. Diese Produktion soll für 1000 Fahrzeuge geplant werden und darf einen festgelegten finanziellen Rahmen nicht überschreiten.

Die Aufgaben und Anforderungen an so ein Team in allen Einzelheiten werden im Reglement ausführlich beschrieben. Darin sind hauptsächlich die konstruktiven Rahmenbedingungen definiert, die primär der Sicherheit der Fahrer dienen und einen fairen Wettbewerb ermöglichen. Darüber hinaus gibt es aber auch Informationen, nach welchen Kriterien das Fahrzeug bewertet wird und auf welche Bereiche besonders geachtet werden muss.

Dieser Bewerb ist in den letzten Jahren ein Muss für jede technische Universität in den USA geworden und wird mittlerweile unter der Schirmherrschaft namhafter Automobilfirmen wie Chrysler, Ford und General Motor veranstaltet und gefördert.

Seit 6 Jahren gibt es diesen Bewerb nun auch in Europa unter dem Namen Formula Student. Waren es im Jahre 2001 noch 30 Teams, so kamen ein Jahr später bereits 53 Teams, die sich im Rahmen dieses Bewerbes miteinander messen wollten. Über 150 Universitäten weltweit, mit mehreren tausend Studierenden, nehmen jährlich an diesem Wettbewerb teil. Es geht dabei nicht so sehr um einen Sieg, sondern, in Anlehnung an den olympischen Gedanken „dabei zu sein“, vor allem darum zu Lernen.

„It's all about learning!“ ist den Veranstaltern der wichtigste Inhalt dieses Bewerbes. Hinter diesem Wettbewerb steckt die wunderbare Idee, den Studierenden die Möglichkeit zu geben während ihres Studiums an einem Hightechprodukt zu arbeiten und dadurch die erlernte Theorie in der Praxis zu verwenden und so einen hervorragenden Grundstein für die weitere Laufbahn zu legen. Außerdem können die Mitglieder eines solchen Teams, die Wichtigkeit von Teamwork hautnah miterleben und eigene Erfahrungen im Bereich Projektmanagement machen.

Seit November 2002 gibt es auf der Technischen Universität Graz (TU Graz) das **TUG Racing Team**. Es umfasst zurzeit (Okt. 2003) 41 Studierende. Unser anfängliches Ziel war es, neben einer guten Platzierung, diesem Team die notwendige Struktur zu geben, damit es jedes Jahr ein neues Rennauto bauen und am Bewerb teilnehmen kann.

---

<sup>1</sup> s. auch: [www.sae.org](http://www.sae.org)

Durch die Integration dieses Projekts in die Lehre der und die Struktur der TU Graz sollte gewährleistet werden, dass die jeweils nächste Ebene der Teamstruktur die Stellen ausscheidender Teammitglieder übernimmt und das Team durch jüngere Studierende wieder vervollständigt wird.

Welche Schwierigkeiten dabei auftauchen, mit welchen Problemen man zu kämpfen hat, aber vor allem auch wie man sie löst bzw. von vorne herein ausschließt, stellt den Inhalt dieser Arbeit in wenigen Worten dar.

Es würde uns freuen, wenn das TUG Racing Projekt eine lange Zukunft vor sich hat. Dadurch wäre es gelungen, die Ausbildung an der TU Graz noch attraktiver zu machen und dem allgemein tief verwurzelten Vorwurf, eine Universität sei zu theoretisch, einmal mehr entgegengesteuert zu haben.

Für die TU Graz ist es eine weitere Möglichkeit, im Rahmen dieses weltweiten Designwettbewerbes ins internationales Rampenlicht zu rücken und sich so als fortschrittliche Universität auch in diesem Bereich einen Namen machen.

## 1.2 Aufgaben und Ziele

Hauptziel der Diplomarbeit ist die Erstellung eines Projekthandbuches für ein Formula Student Team.

Dieses Handbuch soll die Gründung und Leitung eines Formula Student Teams durch eine Gruppe von Studierenden erleichtern, um in diesen Wettbewerb gut und organisiert einzusteigen. Der Inhalt umfasst den gesamten Ablauf und die Organisation eines solchen Projekts. Aufgrund eigener Erfahrung im Rahmen des Projektaufbaus wurden Schwierigkeiten und Probleme erkannt, die im Zuge dieser Arbeit beschrieben und analysiert werden.

Die Arbeit bietet eine kurze theoretische Einführung in das Themengebiet Projektmanagement und zeigt am Beispiel des TUG Racing Teams die praktische Ausführung, die das eigentliche Handbuch darstellt. Durch die Anführung persönlicher Erfahrungen schafft sie auch die Möglichkeit, sich auf eventuelle Probleme und Hindernisse vorzubereiten, oder sie zu umgehen.

Neben der Aufbereitung der theoretischen Grundbegriffe, werden in diese Arbeit folgende Aufgaben im Rahmen der praktischen Ausführung, behandelt.

- Die Aufstellung einer Projektplanung für ein Formula Student Team.

Diese beinhaltet die organisatorischen Voraussetzungen solch eines Projekts, sowie den gesamten zeitlichen Ablauf mit all seinen Phasen, Meilensteinen und Strukturplänen.

- Die Darstellung einer entsprechenden Projektorganisation für ein Formula Student Team.

Darunter werden die Struktur und der Aufbau dieses Projektes verstanden, also die Teamstruktur, die Aufgabenverteilung mit den Informations- und Kommunikationsschnittstellen.

- Der Entwurf eines effizienten Projektcontrollings für ein Formula Student Team.

Projektcontrolling beinhaltet die integrierte Planung, Überwachung und Steuerung von Arbeitsfortschritt, Kosten und Terminen des Projekts.

- Die Gestaltung einer Projektdokumentation für ein Formula Student Team.

Ein funktionierendes Dokumentationssystem ermöglicht die Sicherung von gesammelten Erfahrungen und Informationen und zielt auf einen schnellen und übersichtlichen Zugriff auf alle Projektdokumente ab. Zusätzlich soll die Dokumentation diese wichtigen Daten auch für zukünftige Projektmitglieder leicht zugänglich machen.

## 2 Ausgangssituation

Als die beiden Teamgründer, Jakob Trentini und David M. Ram, beide Maschinenbaustudenten an der TU Graz, im Oktober 2002 dieses Projekt starteten, dachte noch niemand an diese Diplomarbeit. Nicht dass wir kein Interesse daran hatten, aber erstens waren wir mit dem Studium noch nicht so weit und zweitens waren wir vollauf damit beschäftigt, das TUG Racing Team aufzubauen. Noch im November 2002 trafen wir meinen jetzigen Betreuer Josef Andreas Steiner, der am Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften arbeitet und uns mit seinem Wissen über die Organisation und den Aufbau von Projekten behilflich war.

David M. Ram hatte im Zuge eines Jahres Erasmus' in Delft, Holland, die Möglichkeit, in deren Team mitzuarbeiten. Seine Begeisterung schlug sehr bald auch auf mich über und so war kurz darauf die Idee entstanden, auch an der TU Graz so ein Team aufzubauen.

Wir waren damals froh, von mehreren Teams Informationen über den Aufbau eines Formula Student Teams zu bekommen. Sie berichteten uns über ihre Schwierigkeiten und auf welche Dinge man besonders Acht geben muss, aber auch wie so ein Team aufgebaut ist.

Wie man sich vorstellen kann sind uns die Probleme, die so ein Projekt im Zuge seines Aufbaus mit sich bringt, mit all seinen Fassetten mittlerweile bestens bekannt. Und so kamen wir auf die Idee unsere Erfahrung und unsere Wissen niederzuschreiben und so ein Handbuch über die Organisation eines solchen Racing Teams zu verfassen.

Vor wenigen Monaten kam dann der Vorschlag dieses Projekt im Rahmen einer Diplomarbeit zu verfolgen. Wie bereits erwähnt, waren wir mitten im Studium und hatten unsere Freizeit eigentlich schon zu einem sehr großen Teil in das TUG Racing Team einfließen lassen. Doch begriffen wir bald den potentiellen Wert dieser Arbeit und so entschieden wir uns, diese Diplomarbeit zu schreiben.

Wir wollen dieses Projekt so perfekt wie möglich gestalten und organisieren. Wir verwenden dafür die Erfahrungen von Experten und fachspezifischer Literatur und gestalten dieses Projekt somit nach unseren Vorstellungen und mit den Grundlagen der in der Industrie und Wirtschaft bekannten Methoden des Projektmanagements. Diese Professionalität konnten wir im Rahmen einer Diplomarbeit noch einmal unterstreichen und uns so mit dem gesamten Thema Projektmanagement intensiv auseinandersetzen. Dies war nicht nur für das Projekt von außerordentlicher Wichtigkeit, sondern auch für unsere weitere Laufbahn als Absolventen der TU Graz.

Wir unterhielten uns mit Herrn Steiner über unsere Idee, im Zuge der Diplomarbeit ein Handbuch zu erstellen. Nach ein paar Ergänzungen war der Inhalt der Arbeit festgelegt. Wir konnten somit unsere ganze Arbeit, die ohnehin notwendig war, um dieses Projekt aufzubauen, direkt in die Diplomarbeit einfließen lassen und so die theoretische Grundlage und den praktischen Ablauf des Projektaufbaus methodisch geordnet darlegen.

### 3 Begriffe und Methodik

Das erste Kapitel beschäftigt sich mit den, für den Aufbau eines solchen Projekts notwendigen Grundlagen. In absichtlich kurz gehaltenen Abschnitten erläutern wir die wichtigsten Vorgehensweisen und Methodiken. Insbesondere werden in diesem Zusammenhang Begriffe, die in der Diplomarbeit häufig erwähnt werden, erklärt, um den Griff zum Duden möglichst zu vermeiden.

#### 3.1 Das Projekt

Damit ein Vorhaben als Projekt bezeichnet werden kann, muss es bestimmte Rahmenbedingungen erfüllen. Der Begriff Projekt wird sehr häufig verwendet, ohne die konkrete Definition zu kennen.

Ein Projekt ist ein Vorhaben, das bestimmte organisatorische Vorkehrungen benötigt und folgende Charakteristika aufweist:<sup>2</sup>

- Es ist zeitlich begrenzt (Beginn, Abschluss).
- Es hat ein definiertes Ziel (Ergebnis).
- Es besitzt eine gewisse Einmaligkeit, ist also keine Routineangelegenheit.
- Es weist einen Umfang auf, der eine Unterteilung in verbundene und voneinander abhängige Teilaufgaben notwendig macht.
- An der Durchführung sind mehrere Personen, Stellen bzw. Abteilungen beteiligt.
- Es ist vielfach – vor allem in der Frühphase – mit Unsicherheit bzw. Risiko hinsichtlich der Erreichung der Projektziele und der Einhaltung der Kosten belastet.

Mit diesen Einschränkungen fallen sehr kleine und kurz zu erledigende Vorhaben für unsere Überlegungen außer Betracht. Typische Beispiele für Projekte sind unter anderem verschiedenste Bauprojekte, Entwicklung neuer Produkte oder Neustrukturierung von Produktionsbereichen.

---

<sup>2</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 241

## 3.2 Projektmanagement

Management ist eigentlich der Vorgang der Willensbildung und Willensdurchsetzung. Es lässt sich weiter gliedern in Planen (Vorausdenken), Entscheiden, Anordnen und Kontrollieren, Organisieren (Strukturen, Zuständigkeiten und Abläufe klären) und Personalmanagement (richtige Person an die richtige Stelle setzen).

Der Begriff Projektmanagement kann somit als Überbegriff für alle willensbildenden und –durchsetzenden Aktivitäten im Zusammenhang mit der Abwicklung eines Projektes verstanden werden.

Dabei handelt es sich weniger um die Lösung der eigentlichen Aufgabenstellung, nicht um die fachlichen Beiträge zur Problemlösung, sondern viel mehr um das Management des Problemlösungsprozesses.<sup>3</sup>

Hierzu zählen:

- Die Abgrenzung des Problems und der Aufgabenstellung
- Die Vereinbarung der Ziele und der Logik des Ablaufs
- Den Einsatz und die zielgerichtete Disposition und Koordination von personellen, finanziellen und sachlichen Ressourcen
- Die Führung der Projektgruppe und die Verzahnung ihrer Aktivitäten nach außen
- Die Überwachung und Steuerung des Projektablaufs in inhaltlicher, terminlicher und kostenmäßiger Hinsicht

Das Projektmanagement ist die Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mittel für die Abwicklung eines Projekts. Zum Management zählen Maßnahmen der Aufbau- und Ablauforganisation von Projekten, der Projektplanung und -steuerung sowie der Mitarbeiterführung und Teamarbeit in Projekten.

Das Projektmanagement kann folglich durch 4 Ausdrücke beschrieben werden:

- Planen
- Entscheiden
- Anordnen
- Kontrollieren

Kurz PEAK!

---

<sup>3</sup> vgl. Habermüller, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S.242

Ziel des Projektmanagement ist es, die Projektaufgaben

- mit den spezifizierten Qualitäts- und Leistungsmerkmalen,
- innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit,
- im Rahmen der vorgegebenen Kosten

durchzuführen. Diese drei Punkte werden wegen der Schwierigkeit ihrer gleichzeitigen Realisierung oft auch als „Magische Dreieck des Projektmanagement“ bezeichnet<sup>4</sup> (s. Abb. 1).

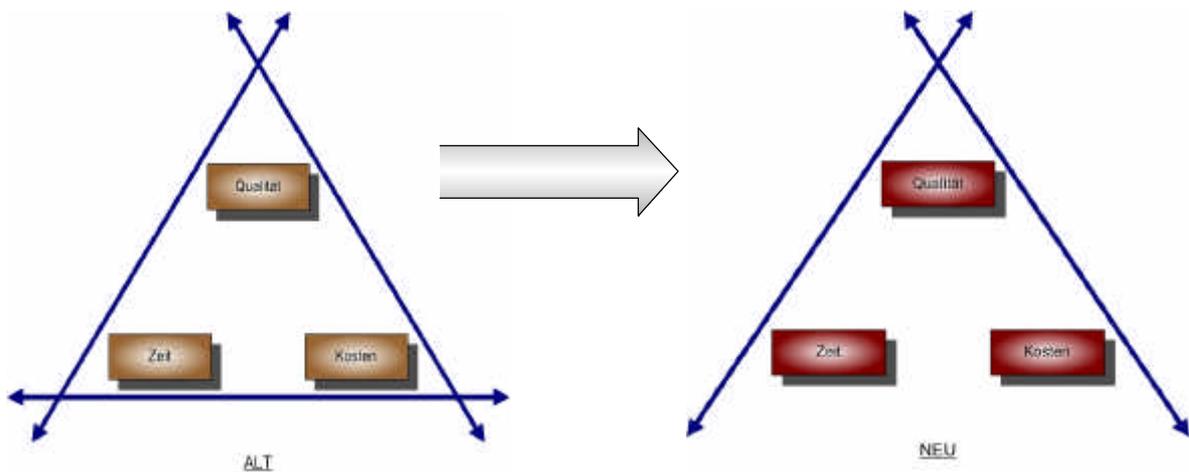


Abb. 1: Zusammenspiel von Qualität, Kosten und Zeit gestern und heute

In der Vergangenheit war man der Auffassung, dass sich die Faktoren Qualität, Kosten und Zeit gegenseitig nur negativ beeinflussen konnten. Mittlerweile wich diese Meinung der Einstellung, dass eine hochwertige Qualität der Prozesse auch eine Reduzierung der Kosten und der Zeit mit sich bringt. Die Qualität ist hier bezeichnend für einen qualitativ hochwertigen Ablauf der Aufgaben und somit nicht mit der Qualität des Produkts zu verwechseln.

### 3.3 Projektplanung

Um Projekte schnell und mit geringen Kosten durchzuführen, ist eine sorgfältige Planung erforderlich. Die Projektplanung ist dabei die Grundlage für die spätere Überwachung und Steuerung des Projektfortschrittes.

Die Projektplanung ist die systematische gedankliche Vorwegnahme der zukünftigen Projektdurchführung. Durch die Planung werden Teilziele und Arbeitsschritte des Projektes sowie Sollvorgaben für Termine, Aufwand und Kosten festgelegt.

<sup>4</sup> vgl. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998, S.277

Ausgangspunkt der Projektplanung sind genau festgelegte und mit Prioritäten versehene Projektziele.<sup>5</sup>

Darauf aufbauend sind folgende Fragen zu bearbeiten:

- Welche Einzelaufgaben müssen zur Realisierung der angestrebten Ziele bearbeitet werden?
- Welche Einsatzmittel werden in welchem Umfang zur Durchführung der Teilaufgaben benötigt und welche Kosten fallen dafür an?
- In welcher logischen Reihenfolge und zu welchen Terminen sollen diese Teilaufgaben durchgeführt werden?

Die Projektplanung ist allerdings nur sinnvoll, wenn sie die tatsächliche Realität des Projektes widerspiegelt, d.h. sich ständig am aktuellen Stand des Projektes orientiert. Sie ist daher keine einmalige Tätigkeit allein zu Projektbeginn sondern eine Controllingaufgabe, die im Projektverlauf mit immer neuen oder sicherer gewordenen Informationen wiederholt wird. Die Projektplanung läuft somit Hand in Hand mit der Projektüberwachung und -steuerung.

In der folgenden Tabelle sind typische Schwachpunkte eines Projekts aufgrund der Planung aufgelistet (s. Tab. 1).

---

<sup>5</sup> vgl. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998, S.312

Themenschwerpunkt	Beispielhafte Schwachstellen und Unzulänglichkeiten
Projektziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziele unklar oder sich laufend ändernd</li> <li>- Uneinigkeit in wesentlichen Belangen</li> <li>- als überspitzt, unrealistisch oder sogar unnötig betrachtet</li> </ul>
Vorgehen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine erkennbare Logik des Vorgehens, sprich Untergliederung in Phasen, definierten Zwischenzielen,...</li> <li>- zu starres bzw. bürokratisches Vorgehen</li> <li>- keine vernünftige Arbeitstechnik hinsichtlich der Leitung oder Organisation von Sitzungen und der Dokumentation</li> <li>- kein Projekt-Marketing</li> </ul>
Instrumente/Methoden/ Werkzeuge	Unzureichende oder auch übertriebene (unintelligente) Verwendung, in Bezug auf Projektstrukturierung, Informationsbeschaffung, Strukturierung von Entscheidungsprozessen, Projektplanung,...
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unklare, nicht ausreichende Regelung der Kompetenzen und Zuständigkeiten</li> <li>- kein (funktionierender) Projektausschuss</li> <li>- Überorganisation</li> </ul>
Personelles/Menschliches	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kein (erkennbarer) Projektleiter</li> <li>- ungeeigneter, falscher Projektleiter</li> <li>- nicht bewältigte Konflikte zwischen Projekt- und Fachbereichsinteressen</li> <li>- Überforderung hinsichtlich Qualifikation (fachlich, Teamfähigkeit, Führungsfähigkeit)</li> <li>- unzureichende Kommunikation nach innen und außen</li> </ul>

Tab 1: Beispielhafte Schwachstellen bei Projekten, verursacht durch unzureichende Projektplanung.<sup>6</sup>

Das Ergebnis derart charakterisierter Projekte, (vgl. Tabelle 1), können Lösungen sein, die niemand braucht oder will. Die Verbesserung der Lösungen ist vielleicht sogar aufwendiger als deren Entwicklung. Oder sie sind nur mit Verspätung oder zu teuer zu realisieren, oder aber überhaupt irreparabel. Ein erfolgreiches Management sollte die Projektplanung so gestalten, dass diese Schwachstellen vermieden werden!

<sup>6</sup> vgl. Habermellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 247

## 3.4 Projektstrukturplan (PSP)

Unter einem Projektstrukturplan versteht man eine vollständige graphische Übersicht, die Arbeitsinhalte, bzw. Objekte abgrenzt, welche im Rahmen eines Projekts bearbeitet werden, sowie ihre gegenseitige Beziehung in einer hierarchischen Sicht darstellt.<sup>7</sup> Er ist somit ein wichtiges Werkzeug der Projektplanung und ermöglicht eine überschaubare Sicht des gesamten Projekts. Im Weiteren können drei verschiedene Arten unterschieden werden.

### 3.4.1 Der objektorientierte PSP

Er verschafft eine Übersicht über die einzelnen Komponenten, Baugruppen oder Subsysteme nach ihrer Zusammengehörigkeit des Objektes (= Objektstrukturplan). Dies geschieht in Listenform oder als Baumstruktur (s. Abb. 2). Als Strukturierung des Projektes liegt der Objektstrukturplan entweder bei Projektbeginn vor oder stellt einen wesentlichen Teil der inhaltlichen Bearbeitung des Projektes dar.

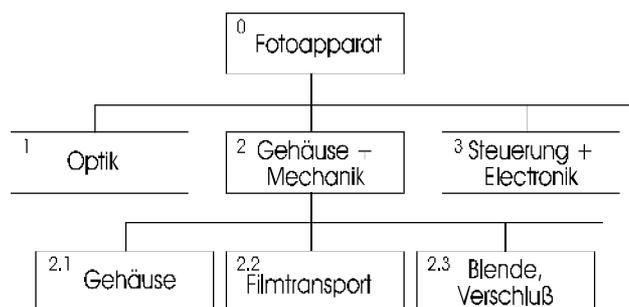


Abb. 2: Objektorientierter Projektstrukturplan.<sup>8</sup>

Abbildung 2 zeigt dazu einen Fotoapparat der in die Bestandteile Optik, Gehäuse und Mechanik, Steuerung und Elektronik, usw. gegliedert ist. Das Objekt charakterisiert jenes Ergebnis auf das man hinarbeitet.

<sup>7</sup> vgl. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998, S. 324

<sup>8</sup> vgl. Habermüller, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 528

### 3.4.2 Der aufgabenorientierte PSP

Er beschreibt die zu erledigenden Aufgaben, um das Objekt entstehen zu lassen.

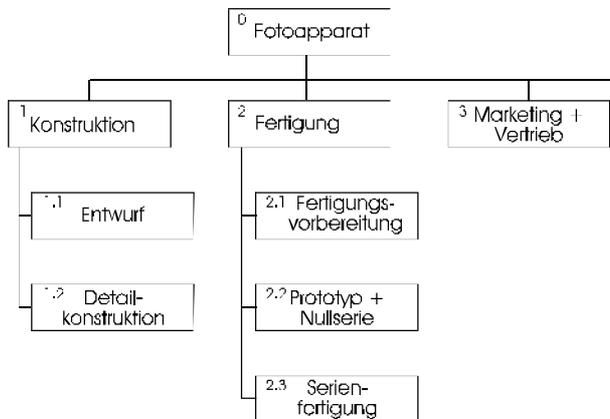


Abb. 3: Aufgabenorientierter Projektstrukturplan<sup>9</sup>

Beim Fotoapparat sind dies zum Beispiel Konstruktion, Fertigung, Marketing, usw. (s. Abb. 3).

### 3.4.3 Der phasenorientierte PSP

Ein phasenorientierter PSP beschreibt die unterschiedlichen Konkretisierungsstufen (Phasen, s. Abb. 4). Phasen sind in sich geschlossene zeitlich und logisch voneinander getrennte Abschnitte eines Ablaufs. Sie sind nicht zwangsweise hintereinander angeordnet, sondern laufen oft parallel bzw. sich überschneidend ab (Simultaneous Engineering).

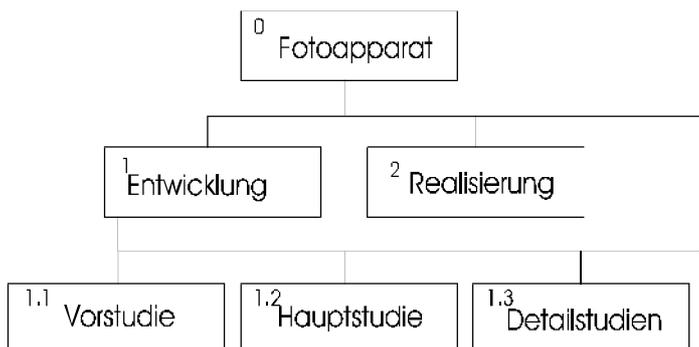


Abb. 4: Phasenorientierter Projektstrukturplan<sup>10</sup>

<sup>9</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 529

<sup>10</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 529

In Abbildung 4 sind die Entwicklung und die Realisierung als mögliche Phasen bezüglich des Fotoapparats definiert.

Bei der Erstellung von Projektstrukturplänen erweist es sich als praktisch und von hoher Effektivität diese 3 Strukturen zu überlagern. Die Aufgaben dienen dazu die Objekte zu schaffen, und die Phasen dienen der Strukturierung der Aufgaben hinsichtlich des Zeit- und Detaillierungsaspektes.

Mit Projektstrukturplänen, vor allem mit den objektorientierten, lassen sich Arbeitspakete ableiten, woraus sich dann meist eine Mischung von objekt- und aufgabenorientierten PSP ergeben. Die Gliederung des Projekts soll so detailliert vorgenommen werden, bis sich plan- und kontrollierbare Einheiten, sprich Arbeitspakete, ergeben (s. Abb. 5).

Diese Arbeitspakete (in der Ablauf- und Terminplanung als Vorgänge oder Aktivitäten bezeichnet) sollen so definiert sein, dass für die Ausführung eine Person oder Stelle verantwortlich ist und sie hinsichtlich der Termine und der Ressourcen/Kosten verplanbar sind und ihr Leistungsfortschritt sowie ihr Kostenanfall verfolgbar sind.

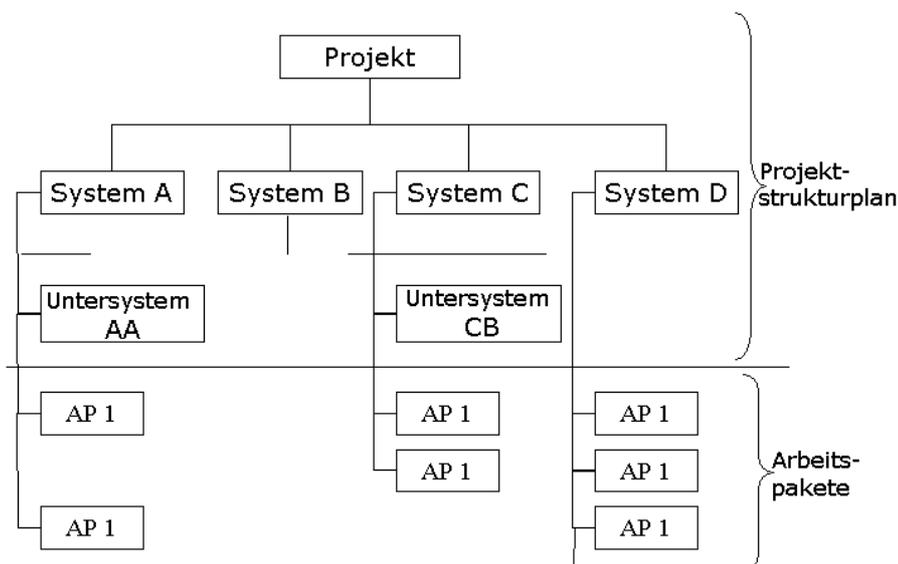


Abb. 5: Kombiniertes Projektstrukturplan

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung von Arbeitspaketen aus dem PSP heraus.

Eine über die Arbeitspakete hinausgehende Detaillierung im PSP würde die Übersichtlichkeit verringern, den Aufwand erhöhen und das Kosten/Nutzen-Verhältnis der Projektplanung verschlechtern. Darüber hinaus sind die einzelnen Äste im PSP je nach Bedarf unterschiedlich weit zu untergliedern.

Ein Projektstrukturplan dient zur Schaffung von Transparenz bezüglich der Projektaufgaben. Im Zuge seiner Erstellung ist es möglich, getrennt zu bearbeitende Teilprojekte bzw. Arbeitspakete zu definieren. Diese können anschließend direkt einer Person oder Gruppe zugeordnet werden, die dafür verantwortlich ist. Ferner stellt er die Basis für die Termin- und Kostenplanung.

Für Großprojekte ist diese Strukturierung besonders wichtig, um die Übersicht zu bewahren. Doch auch kleinere Projekte kommen ohne Aufgabenstrukturierung nicht aus, wengleich hier manchmal bereits eine einfache Aufgabenliste, die „To-Do List“, ausreicht.

### 3.5 Projektguideline (PGL)

Wie oben erwähnt, muss die Projektplanung auch die Reihenfolge und die terminliche Planung der Aufgaben gestalten. Die Projektguideline beschreibt den gesamten Zeitplan eines Projekts in visueller Form. Sie wird in Form eines Balken dargestellt, der in einzelne Abschnitte, Phasen unterteilt ist.

Wichtige, den Leistungsfortschritt beschreibende Ereignisse sind als schwarze Quadrate dargestellt, sogenannte Meilensteine<sup>11</sup>. Graue Meilensteine bezeichnen ein wichtiges Ereignis, das allerdings während einer Phase erreicht wird. Rote Meilensteine bezeichnen das zu erreichende Endziel (s. Abb. 6).

Die PGL zeigt keine bereits fix definierten Termine, da sie keinen Terminplan darstellt, setzt aber die einzelnen Phasen bereits in ein zeitlich logisches Verhältnis zueinander. Eine Projektguideline benötigt allerdings schon ein fortgeschrittenes Wissen über die Reihenfolge, Dauer und Bezeichnungen bzw. Inhalte der einzelnen Abschnitte.

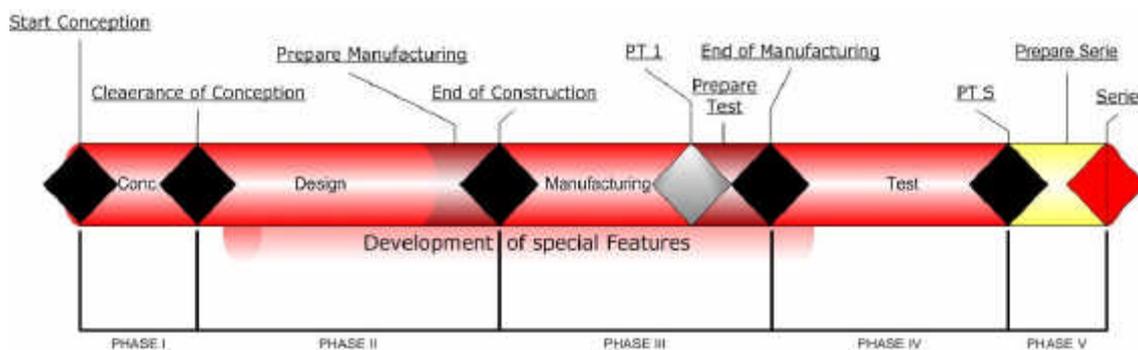


Abb. 6: Projektguideline, TUG Racing Team

Die PGL ermöglicht einen groben Überblick über die zeitliche Abfolge der einzelnen Phasen. Auch ist sie für jedermann mit den vorher erklärten Grundbegriffen leicht verständlich und wird somit häufig zur Veranschaulichung des Ablaufs verwendet (s. Kap. 4.2.4)

<sup>11</sup> s. Kap. 3.6

### 3.6 Meilensteine

Unter einem Meilenstein (= engl. milestone) versteht man ein definiertes Sachergebnis oder eine definierte Arbeitsvoraussetzung, die mit einem bestimmten Eintrittszeitpunkt verknüpft ist (Meilensteintermin). Mit den Meilensteininhalten werden jene Ergebnisse definiert, die einen wesentlichen Fortschritt im Projekt repräsentieren. Meilensteine können somit am Anfang, am Ende oder inmitten einer Phase vorkommen. Typische Meilensteine in der Produktentwicklung sind:<sup>12</sup>

- Beginn Projektarbeiten
- Abschluss Produktplanung (Lastenheft)
- Abschluss Konzeptentwicklung (Pflichtenheft)
- Erster vollständiger Prototyp
- Abschluss Erprobung („Design Freeze“)
- Vorserie
- Beginn Hauptserie

Meilensteine sind erst dann erreicht, wenn das Sachergebnis auf dem Tisch liegt und es offiziell bestätigt wurde. Danach werden die Ergebnisse der abgenommenen Meilensteine „eingefroren“. Spätere Änderungen sind dann nur mehr über gesonderte Anträge durchsetzbar.

### 3.7 Projektcontrolling

Die Projektplanung liefert die Vorgabe zum Ablauf des Projekts. Sie legt Fixtermine fest und definiert den Zeitrahmen für die jeweiligen Phasen. Um einen reibungslosen Ablauf zu ermöglichen ist es bei Projekten allerdings notwendig, den aktuellen Status mit dem ursprünglich geplanten zu vergleichen. Die Planung, Überwachung und Steuerung von Arbeitsfortschritt, Kosten und Terminen von Projekten bezeichnet man somit als Projektcontrolling.<sup>13</sup>

Das Projektcontrolling führt Plan- bzw. Soll-Ist-Vergleiche durch und meldet Abweichungen an die Projektleitung (s. Kap. 3.8.1). Diese leitet dann Maßnahmen ein, um eine Soll-Ist-Abweichung zu korrigieren.

---

<sup>12</sup> vgl. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998, S. 298

<sup>13</sup> vgl. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998, S.314

Das Projektcontrolling umfasst folgende Aufgaben:<sup>14</sup>

- Unterstützung des Projektmanagers bei der Formulierung von Projektzielen und Erfolgskriterien
- Entwicklung von Kennzahlen und Meßsystemen, um Abweichungen erkennen und den Projekterfolg erfassen zu können
- Implementierung entsprechender Controllingstandards und -zyklen
- Vergleich der Projektpläne hinsichtlich Leistung, Qualität, Termine und Kosten mit den laufenden Ergebnissen (Soll-Ist-Vergleich, s. Abb. 7).
- Interpretation der Resultate und die Entwicklung von Steuerungsmaßnahmen
- Erstellung von Projektberichten und Sicherstellung einer adäquaten Projektdokumentation
- Sicherstellung, dass die im Projekt gesammelten Erfahrungen optimal aufbereitet werden

Das Projektcontrolling erfolgt laufend, die dafür benötigten Daten werden zu bestimmten am Beginn des Projekts vereinbarten Stichtagen, oder bei Vorliegen eines bestimmten Anlasses erfasst. Die Datenerfassung erfolgt bei lange andauernden Projekten (3-5 Jahre) einmal monatlich. Bei Projekte, deren Dauer bei ungefähr einem Jahr liegt, ist eine wöchentliche Datenerfassung erforderlich.

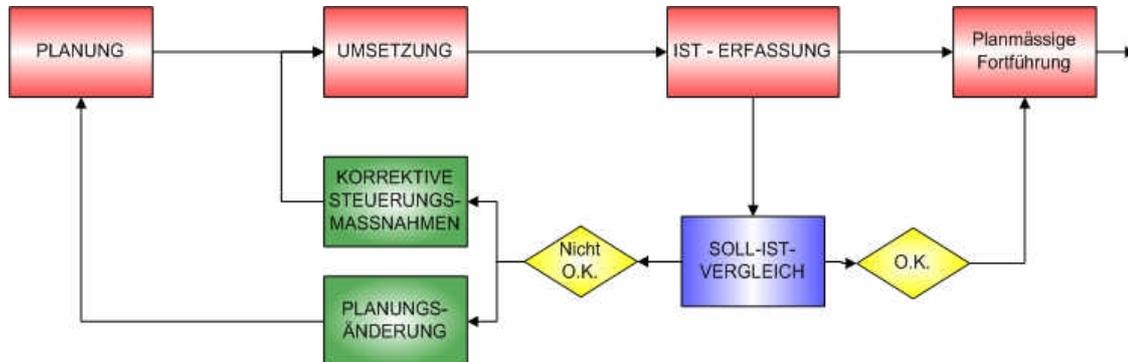


Abb. 7: Controlling – Regelkreis<sup>15</sup>

Die bei der Ist-Erfassung gewonnenen Informationen über den aktuellen Status bezüglich Termin und Kosten, Qualität und Leistung werden im Rahmen des Soll-Ist-Vergleichs mit dem Projektplan verglichen. Ist keine Abweichung bezüglich dieser Kriterien erkennbar, kommt es zur planmäßigen Fortführung des Projekts.

<sup>14</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.315

<sup>15</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.319

Sollte sich jedoch herausstellen, dass eine Abweichung vorliegt, so müssen Maßnahmen zur Korrektur erfolgen. Bei kleineren Abweichungen ist eine korrektive Steuerungsmaßnahme ausreichend, wie ein höherer Personalaufwand oder ein finanzieller Zuschuss. Bei größeren Abweichungen ist eine Planungsänderung notwendig, beispielsweise eine neue Zielformulierung.

Wegen des nicht vorhersehbaren Auftretens von:

- Zieländerungen
- Störgrößen (Maschinenausfall, Wettereinfluss, Lieferschwierigkeiten)
- Planungsfehler

ist das Projektcontrolling erforderlich, um Planungsabweichungen entgegensteuern zu können. Projektcontrolling ermöglicht es, das Auftreten dieser Ereignisse frühzeitig zu erkennen. Dadurch können bereits vor dem Eintreten der oben genannten Ereignisse Steuerungsmaßnahmen zur Vermeidung von Planungsabweichungen eingeleitet werden.

### 3.8 Projektorganisation

Da ein Betrieb auf die Bewältigung sich wiederholender, weitgehend bekannter Geschäftsvorfälle ausgerichtet wird, ist seine Organisation zur Durchführung neuartiger, bereichsübergreifender Vorhaben wenig geeignet.

Auf Grund der starren Organisation würden die zu erwartenden Sach- und Führungskonflikte bei Projekten schnell zu einer Überlastung der übergeordneten Instanzen und zu unzumutbaren Verzögerungen im Projektverlauf führen. Für die Durchführung von Projekten muss diese Organisation daher durch eine spezielle Projektorganisation ergänzt werden.

Die Projektorganisation beschreibt die Art und die organisatorische Einordnung von Arbeitsgruppen, Steuerungs-, und Entscheidungsgremien sowie deren Aufgaben, Kompetenzen und gegenseitigen Beziehungen.<sup>16</sup> In weiterer Folge wollen wir die verschiedenen Gremien und Instanzen sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten der Projektorganisation beschreiben.

---

<sup>16</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 254

### 3.8.1 Gremien und Instanzen

Neben der in Betrieben vorgegebenen Hierarchie sind noch weitere projektspezifische Gremien und Instanzen erforderlich (s. Abb. 8).

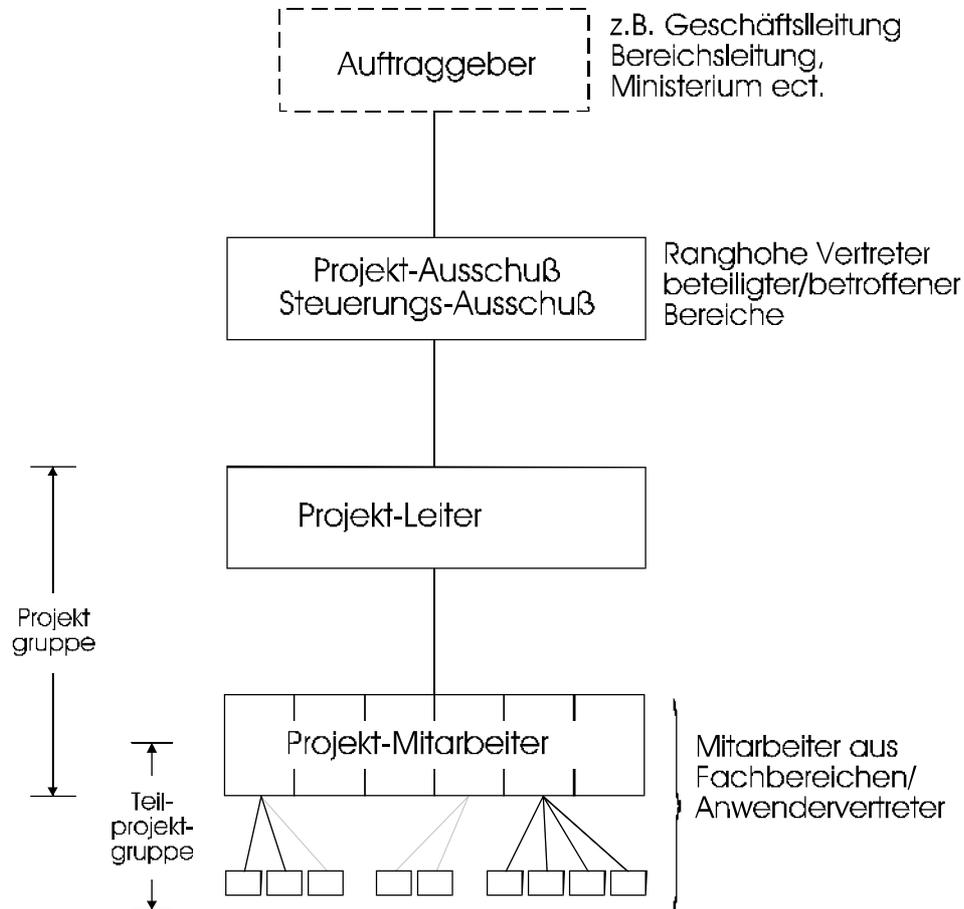


Abb. 8: Gremien und Instanzen<sup>17</sup>

#### Der Auftraggeber

Er gibt das Projekt formell in Auftrag und formuliert den Projektauftrag. Der Projektauftrag beinhaltet v.a. die Zustimmung zu den Gestaltungs- und Vorgehensziele und die Budget-Genehmigung. Vielfach verkörpert die Geschäftsleitung den Auftraggeber.

<sup>17</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 267

### *Der Projektlenkungsausschuss (Lenkungsausschuss)*

Er ist ein vom Auftraggeber eingesetztes Gremium, das

1. eine Anlaufstelle für Konzeptentscheidungen darstellt,
2. die Überwachung des Projektablaufes (hinsichtlich Inhalt, Termine, Kosten) aufgrund der Berichte des Projektleiters innehat und
3. für die Verankerung des Projektes nach außen und oben verantwortlich ist.

Dieser Ausschuss muss von der Zweckmäßigkeit und Notwendigkeit überzeugt sein und soll eine Art „Motor“ für Motivation und „Rückenwind“ im Projekt darstellen. Dies ist v.a. auch durch sinnvolle und gezielte Informationsbeschaffung seitens des Projektleiters möglich, der zusätzlich die Aufgabe hat, den Ausschuss auf notwendige Weichenstellungen gut vorzubereiten.

### *Der Projektleiter*

Er hat die operative Leitung des Projekts inne und ist somit für die Erreichung der vorher definierten Ziele im vorgegebenen Zeit- und Kostenrahmen verantwortlich. Zusammen mit den Projektmitarbeitern bildet er das Projektteam.

### *Die Projektmitarbeiter*

Sie machen die eigentliche Projektarbeit im Sinne der Informationsbeschaffung, Konzepterarbeitung und Realisierung der Projektplanung. Bei der Auswahl der Projektmitarbeiter ist v.a. auf die persönliche Kompetenz in Bezug auf deren zukünftige Position innerhalb des Projekts zu achten.

### *Teilprojektleiter, -gruppen*

Es ist natürlich bei großen Projekten auch möglich, einzelne Projektarbeiten innerhalb des Projektteams in weitere Teilprojekte zu unterteilen, die dann von den sogenannten Teilprojektgruppen erarbeitet werden. Wie ein Projektleiter steht dieser Gruppe ein Teilprojektleiter über, der die Aufgabe hat alle notwendigen Informationen an die verantwortliche Stelle weiter zu leiten.

Je geringer der Umfang und die Bedeutung eines Projekts sind, desto eher können verschiedene Funktionen entfallen bzw. vielmehr informell wahrgenommen werden.

Man unterscheidet nun zwischen drei unterschiedlichen Organisationsformen, die sich in einem sehr wichtigen Punkt voneinander unterscheiden, nämlich im Ausmaß der Weisungs- und Entscheidungsbefugnisse des Projektleiters. Dabei werden 2 Extremfälle (Reine Projektorganisation und Stabsprojektorganisation) behandelt, zwischen denen starke Kompetenzunterschiede bestehen. Sowie eine Mischform (Matrixprojektorganisation), die den Versuch darstellt, die Vorteile der beiden anderen zu vereinen.

Im Folgenden sollen diese drei Varianten der Projektorganisation näher beschrieben werden. Anmerkend ist zu sagen, dass diese drei Organisationsformen in Zusammenhang mit einem betriebinternen Projekt beschrieben werden, wie z.B. ein Projekt über die Entwicklung eines neuen Produktes.

### 3.8.2 Die Reine Projektorganisation

Der Projektmitarbeiter wird aus seiner Stammabteilung herausgerissen und untersteht während des Projektablaufs im Rahmen einer neuen Organisationseinheit der Projektleitung. Diese Organisationsform zeichnet sich durch die hohe Kompetenz des Projektleiters (v.a. bezüglich des Zugriffs auf die Mitarbeiter) aus. Er ist somit für die Zielerreichung in sachlicher, terminlicher und finanzieller Hinsicht besonders verantwortlich (s. Abb. 9).

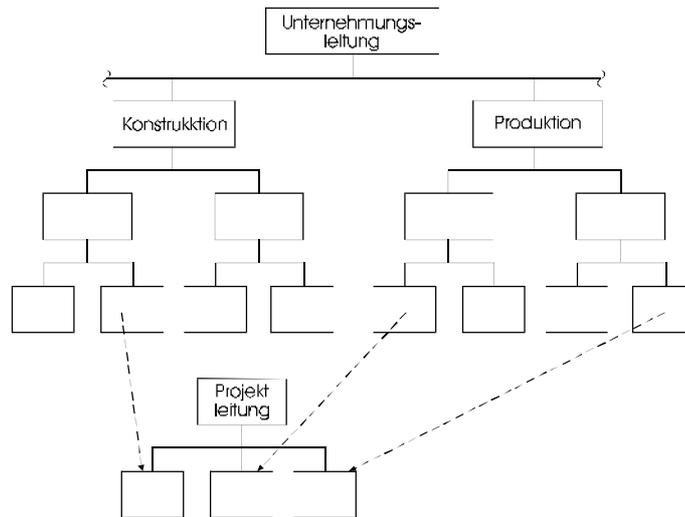


Abb. 9: Reine Projektorganisation.<sup>18</sup>

Der straffen Organisation und der großen Selbstständigkeit wegen kann diese Form sehr gut auf unvorhergesehene Probleme reagieren. Sie ist auch sehr effizient, da die Einheitlichkeit des Willens durch umfassende Kompetenz des Projektleiters gegeben ist. Aber auch die starke Zusammengehörigkeit und der Wille Schwierigkeiten zu meistern auf Grund der beinahe familiären Organisation ist von Vorteil

Allerdings verlockt diese Form auch zu autoritärem Führungsstil und birgt damit ein gewisses Risiko die eben genannten Vorteile nicht wirksam werden zu lassen. Auch die Wiedereinstellung der zuvor aus der Stammabteilung herausgerissenen Mitarbeiter nach dem Ende des Projektes stellt sich oft als schwierige Aufgabe heraus. Ferner ist die fachliche Weiterbildung der Mitarbeiter nur zu Gunsten des Projektes interessant. Diese Projektform wird vor allem bei intensiven, längerfristigen oder kritische gewordenen Projekten angewendet.

<sup>18</sup> vgl. Habermellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 256

### 3.8.3 Stabs-Projektorganisation

Im Falle der Stabs-Projektorganisation bleibt die Hierarchie der Organisation des Betriebes unverändert, sie wird lediglich durch den sogenannten Projektkoordinator erweitert. Für die Dauer des Projektes wird er jener Führungsebene zugeteilt die dem Inhalt und dem Umfang des Projektes entspricht (s. Abb. 10).

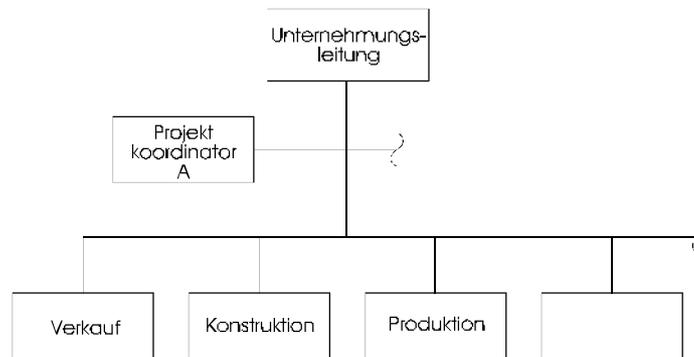


Abb. 10: Stabs-Projektorganisation<sup>19</sup>

Wichtig dabei ist, dass der Projektkoordinator keinerlei Weisungsbefugnisse besitzt. Er hat nur den Ablauf des Projekts in sachlicher, terminlicher und kostenmäßiger Hinsicht zu überwachen. Im Bedarfsfall, bei terminlichen oder finanziellen Planungsabweichungen, hat er den entsprechenden betrieblichen Instanzen Meldung zu machen und eventuelle Maßnahmen vorzuschlagen. Der Projektkoordinator ist nicht für die Erreichung der Ziele verantwortlich, sehr wohl aber für die rechtzeitige Informierung der entsprechenden Instanzen. Selbstverständlich müssen ihm dafür sämtliche das Projekt betreffende Informationen zugänglich gemacht werden.

Der große Vorteil besteht aus der Beibehaltung der betrieblichen Organisation. Die bestehende Hierarchie wird nur erweitert, bleibt aber prinzipiell erhalten. Durch diese Organisation ist es möglich, ein hohes Maß an Flexibilität hinsichtlich des Personaleinsatzes zu erzielen, da es nun leicht möglich ist dieselbe Person ohne organisatorische Schwierigkeiten an verschiedenen Aufgaben oder sogar in verschiedenen Projekten arbeiten zu lassen.

Die große Gefahr ist es, dass sich niemand wirklich für das Projekt verantwortlich zeigt oder sich dafür stark engagiert. Dadurch kann es vorkommen, dass der Enthusiasmus Schwierigkeiten zu meistern sehr gering ausgeprägt, wenn überhaupt vorhanden ist.

Da der Projektkoordinator keine Weisungsbefugnisse besitzt, muss der aktive Part von den betrieblichen Instanzen ausgeführt werden. Diese beschäftigen sich aber nur am Rand mit dem Projekt. Dadurch ist die Agilität sehr eingeschränkt und die Reaktionsgeschwindigkeit auf Veränderungen sehr gering. In diesem Falle kommt dem Projektausschuss eine wichtige Rolle zu.

<sup>19</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 257

Diese Organisation wird vor allem bei kleinen Projekten, sowie bei Projekten an denen mehrere Firmen beteiligt sind verwendet.

### 3.8.4 Matrix-Projektorganisation

Diese ist eine Kombination von der *Reinen-* und der *Stabs Projektorganisation*. Dies wird durch eine zusätzliche Dimension in der Betriebsorganisation erreicht.

Im Sinne der Matrix-Unterstellung bleiben Mitarbeiter in administrativer Hinsicht (Lohn, Urlaub, berufliche Förderung,...) sowie in den Belangen, die nicht projektbezogen sind (z.B. Alltagsgeschäft) den betrieblichen Vorgesetzten unterstellt. In Projektbelangen (2. Dimension) hat der Projektleiter ein zu vereinbarendes Zugriffsrecht auf die einzelnen Mitarbeiter (s. Abb. 11).

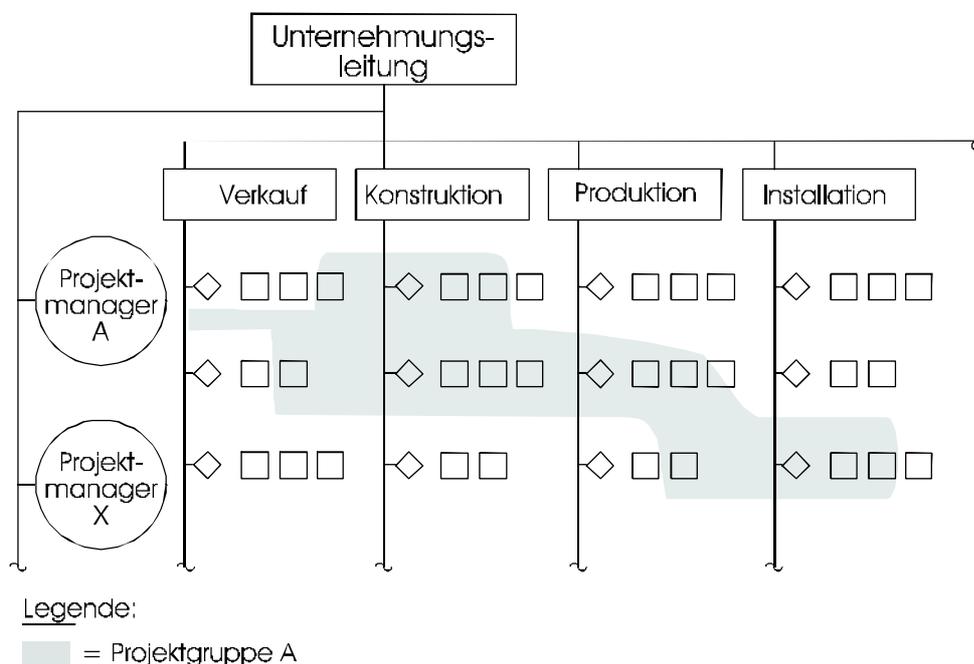


Abb. 11: Matrix-Projektorganisation<sup>20</sup>

Im Gegensatz zur Stabs-Projektorganisation ist der Projektleiter für das Projekt in terminlicher und finanzieller Hinsicht verantwortlich. Auch der gezielte Einsatz von Fachpersonal an den richtigen Stellen und die größere persönliche Sicherheit der Mitarbeiter, die nicht aus ihrer Stammorganisation herausgerissen werden sprechen ebenfalls für diese Organisationsform.

Dafür ist ein relativ großer Aufwand an Kompetenzabgrenzungen erforderlich. Auch das Risiko von Konflikten zwischen Betriebs- und Projektorganisation ist nicht zu unterschätzen und muss von Beginn an berücksichtigt werden. Die Verunsicherung der Vorgesetzten (Verzicht auf Ausschließlichkeitsanspruch) und Mitarbeiter („Diener zweier Herrn“) kann zu persönlichen Belastungen führen.

<sup>20</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 259

Auch die hohen Anforderungen an Kommunikations- und Informationsbereitschaft in allen Bereichen erfordert von dem Projektleiter eine perfekte Organisation und eine kompetente Durchführung.

Die Matrix Projektorganisation hat einen breit gefächerten Anwendungsbereich, sofern die besprochenen Konflikte beseitigt werden konnten.

### 3.9 Systems Engineering

Ein Projekt umfasst i.d.R. einen recht komplexen Inhalt und muss gut strukturiert sein, um schnell und kostengünstig zum Ziel zu kommen. Hierfür sind unterschiedliche Methoden denkbar. Wir haben uns für die Methodik des Systems Engineering entschieden, da wir der Meinung sind, dass diese Methode einer der effizientesten ist, um ein Projekt zu planen, zu organisieren und zu strukturieren.

Systems Engineering (SE) ist ein Denkmodell und eine Vorgehensweise zur Lösung komplexer Probleme (= systemorientiertes Denken). Es dient als Grundlage für die Struktur und des Ablaufs unseres Projekts und soll hier kurz beschrieben werden.

Viele Erscheinungen werden in unserem Sprachgebrauch als Systeme bezeichnet, Wirtschaftssystem, Sonnensystem, und andere. Sie haben eine wichtige Sache gemeinsam. Alle Teile in so einem „System“ stehen miteinander in irgendeiner Weise in Verbindung und bilden so gewissermaßen ein Ganzes (s. Abb. 12).

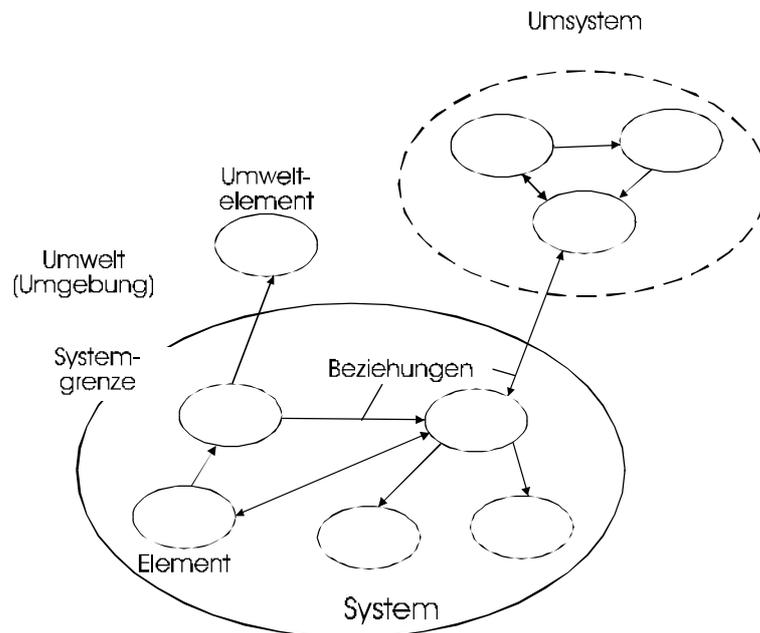


Abb. 12: Grundbegriffe des Systemdenkens<sup>21</sup>

<sup>21</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 30ff

Systeme bestehen somit aus Elementen, wobei damit ein sehr allgemeiner Baustein des Systems gemeint ist. Elemente können ihrerseits wieder als System betrachtet werden. Die Beziehungen, in denen die einzelnen Elemente stehen, können sehr vielfältig sein und unter verschiedensten Aspekten betrachtet werden. Es kann sich um Materialflussbeziehungen handeln, um Informationsflussbeziehungen, Lagebeziehungen oder Wirtschaftszusammenhänge.<sup>22</sup>

Um so ein System lässt sich daher immer eine Grenze zu seinem Umfeld ziehen. Allerdings ist es abhängig vom Betrachter welche Elemente außerhalb und welche innerhalb der Systemgrenze liegen. (s. Abb. 13).

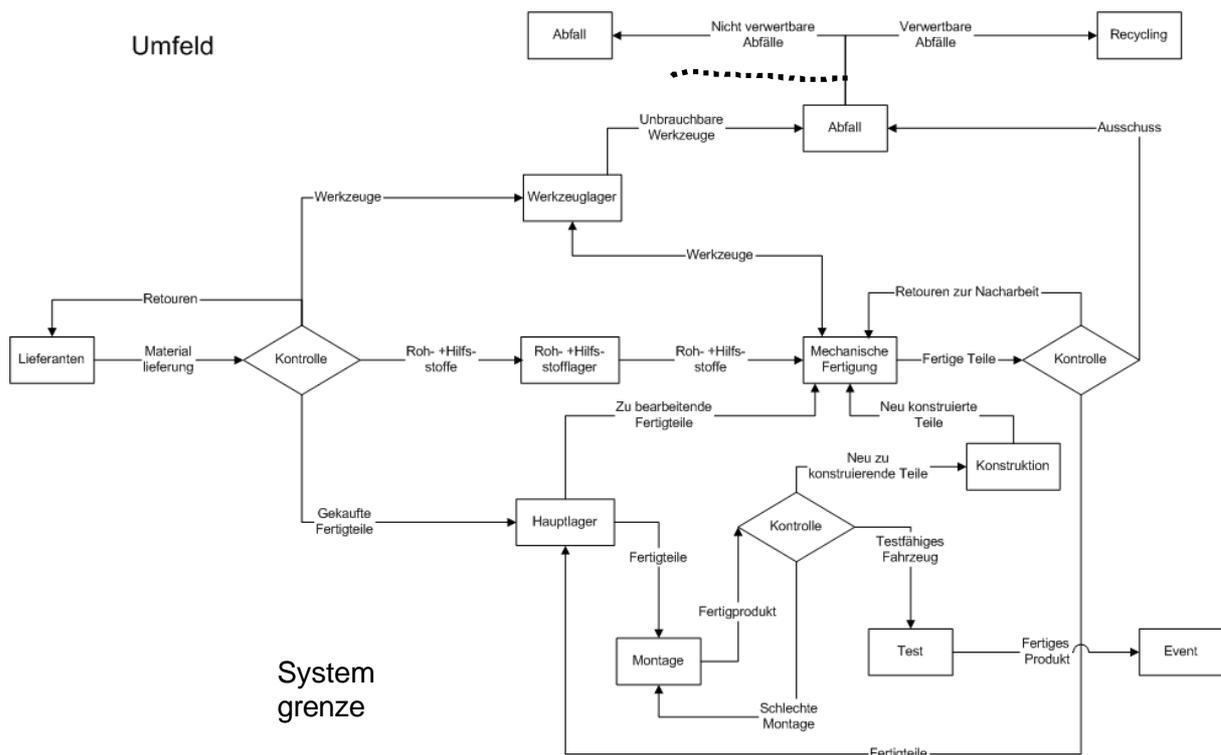


Abb. 13: Fertigung als System - Aspekt Materialfluss als Graph, TUG Racing Team

Häufig verwendet man zur Strukturdarstellung sogenannte Graphen. Elemente des Systems sind die sogenannten „Knoten“ des Graphen und werden z.B. als Kreise oder Rechtecke gezeichnet. Beziehungen werden durch Linien zum Ausdruck gebracht. Diese können je nach Art der Aussage als gerichtete (mit Pfeil) oder als ungerichtete (ohne Pfeil) dargestellt werden. Die so gewonnene Darstellung wird – wenn sie freihändig gezeichnet ist – auch *Bubble Chart* genannt.

<sup>22</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 5

Auf diese Weise sind die Elemente eines Systems, deren Beziehungen, sowie die Systemgrenze auf einen Blick ersichtlich. In Abb. 13 ist der Materialfluss vereinfacht und modellhaft dargestellt. Diese Darstellung könnte als Einstiegsmodell dienen, um Transportfragen, Verteilungsvorgänge etc. zu analysieren.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass systemorientiertes Denken dann angewendet werden kann bzw. soll, wenn komplexe Erscheinungen, die man als System bezeichnen und verstehen kann, analysiert oder optisch leicht lesbar und dadurch gut einprägsam und erklärbar gestaltet werden sollen. Im SE wird der Systemansatz bei der Analyse bestehender Systeme (Problemfeld) und bei der Gestaltung von Lösungen angewendet.

Die Problematik der Abgrenzung des Problemfeldes besteht darin, dass eine umfassende Sicht den Aufwand für die Analyse, allerdings auch die Chance auf eine gute Lösung erhöht.

SE geht von 4 Grundgedanken aus, die als kombiniert zu verwendende Komponenten gelten sollen und somit ein sinnvolles Ganzes bilden (s. Abb. 14).

Es sind dies:

- das Vorgehen vom Groben zum Detail
- das Prinzip des Denkens in Varianten, sich also grundsätzlich nicht mit einer einzigen (der erstbesten) zufrieden zu geben, sondern nach Alternativen zu suchen
- die Gliederung des Prozesses der Systementwicklung und Realisierung nach zeitlichen Gesichtspunkten (Phasenablauf)
- den Problemlösungszyklus bei der Lösung von Problemen immer vor Augen zu haben

Um ihre Grundidee leichter verständlich zu machen, wollen wir sie im Folgenden einzeln beschreiben.

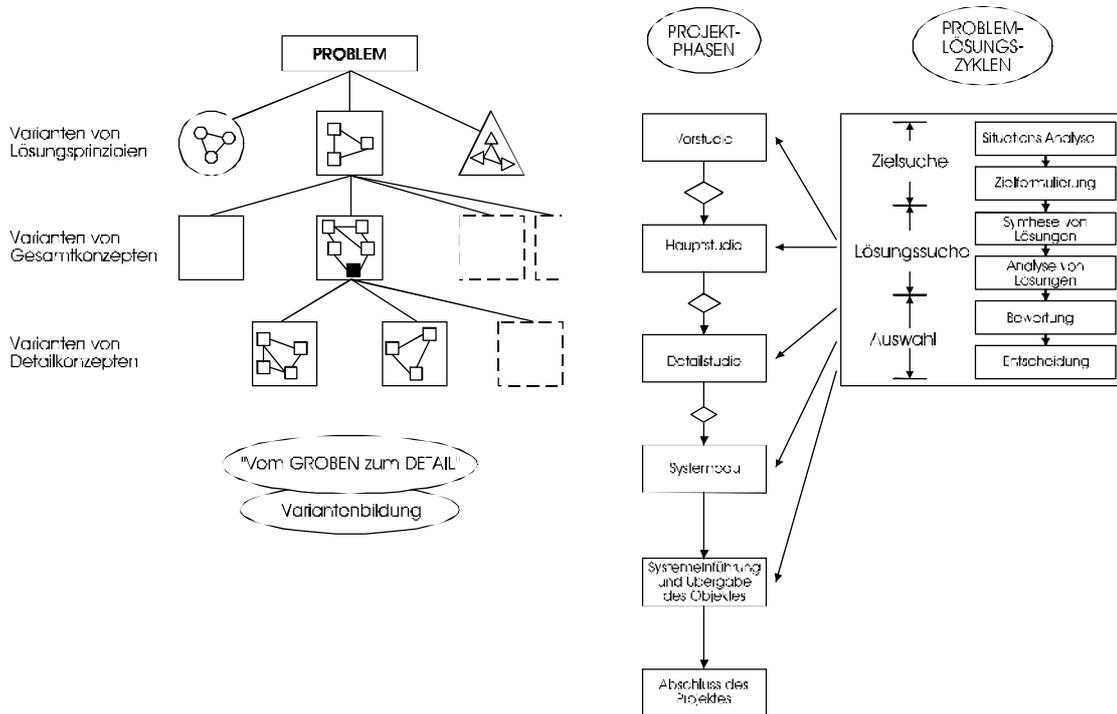


Abb. 14: Die 4 Grundideen und ihr Zusammenhang<sup>23</sup>

### 3.9.1 Vom Groben zum Detail (Top down)

Die Grundidee dieser Überlegung ist die Einengung des Betrachtungshorizonts mit zunehmendem Projektfortschritt. D.h. das Betrachtungsfeld wird zunächst weiter gefasst und dann sinnvoll eingengt. Damit soll verhindert werden, dass, bevor das Problemfeld grob strukturiert und die Schnittstellen definiert sind, mit detaillierten Erhebungen und Überlegungen begonnen wird. (s. Abb. 15).

<sup>23</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 30

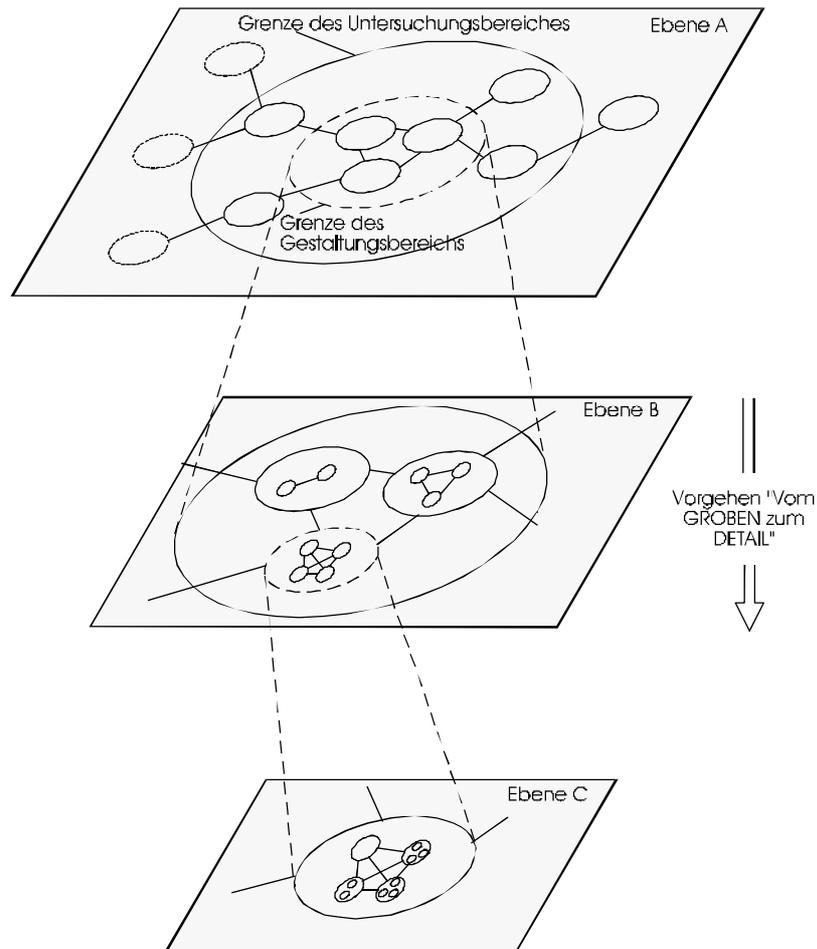


Abb. 15: Einengung des Betrachtungsfeldes<sup>24</sup>

Dadurch ist es möglich beispielsweise bei der Gestaltung von Lösungen zuerst generelle Ziele und Lösungsrahmen festzulegen, ehe man die Ergebnisse schrittweise konkretisiert. Diese Vorgehensweise ist auf alle Bereiche eines Projekts, wie z.B. Organisation und Planung, anwendbar und zielführend.

Die Konzepte auf weniger detaillierten Ebenen dienen somit als Orientierungshilfe für die detaillierte Ausgestaltung in tieferen Ebenen.

<sup>24</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 32

### 3.9.2 Das Prinzip der Variantenbildung

Für praktisch jedes System gibt es mehrere Lösungsmöglichkeiten. Ein Werkzeug des SE ist es dabei Varianten zu finden und sich nicht mit der erstbesten Lösung zufrieden zu geben. Es beinhaltet die Idee, sich einen möglichst umfassenden Überblick über die Lösungsmöglichkeiten zu verschaffen, die auf einer bestimmten Betrachtungsebene denkbar sind (s. Abb. 16).

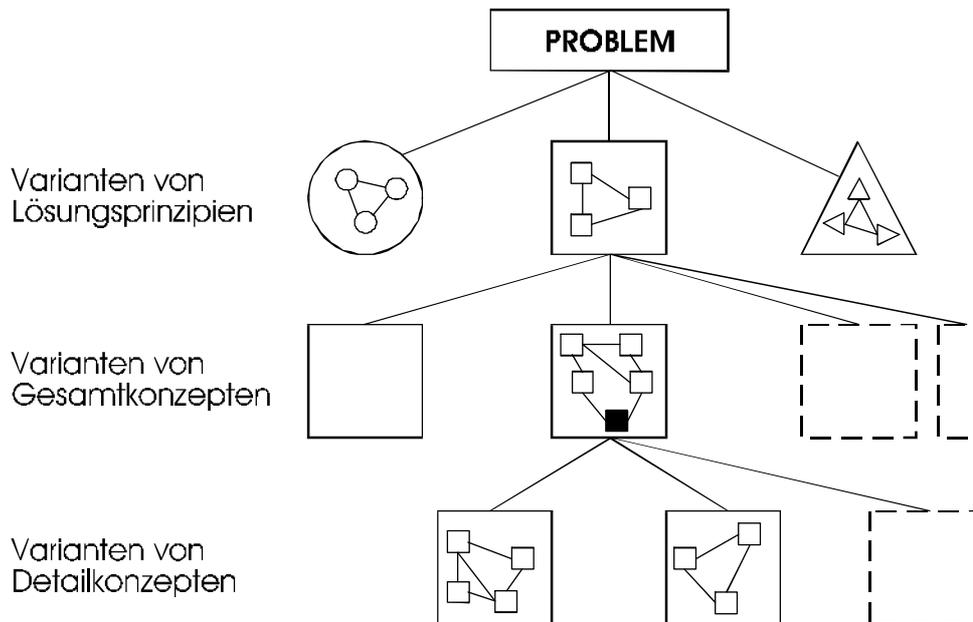


Abb. 16: Stufenweise Variantenbildung und Ausscheidung, verbunden mit dem Vorgehensprinzip „Vom Groben zum Detail“<sup>25</sup>

Ausgehend von einem konkreten Problem werden verschiedene grundsätzliche Lösungsprinzipien überlegt und soweit strukturiert, bis ein grobes Bild über die Wirkung, die Voraussetzungen und Konsequenzen entsteht. Aus diesen Überlegungen ist anschließend möglich, eine Entscheidung für die erfolgversprechendste Variante treffen zu können.

Logischen Überlegungen zufolge wird dieses Prinzip mit der Vorgehensweise „Vom Groben zum Detail“ verwendet. Die Vielfalt der Konzepte könnte allerdings unter Berücksichtigung aller Varianten nicht mehr bewältigt werden. Die Generierung der Varianten ist deshalb zwangsweise mit der Reduktion der entstandenen Varianten verbunden.

Bei Nichtbeachtung dieses Prinzips besteht das Risiko, grundsätzliche Überlegungen erst in einem fortgeschrittenen Planungszustand anzudenken. Das bedeutet Varianten treten dann auf, wenn es bereits Zeit zum Handeln wäre. Dadurch entsteht ein weiterer Planungsaufwand, der den Zeitfaktor, aber auch die Kosten unnötigerweise in die Höhe treibt. Es wird daher empfohlen, auf wichtige und besonders kritische Punkte genauer und mit Priorität zu achten.

<sup>25</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 34

### 3.9.3 Das Prinzip der Phasengliederung

Die Unterteilung einer Entwicklung und Realisierung in einzelne Phasen, die logisch und zeitlich voneinander getrennt werden können, stellt eine Konkretisierung und Erweiterung der erläuterten Prinzipien „Vom Groben zum Detail“ und „Variantenbildung“ dar (s. Abb. 17).

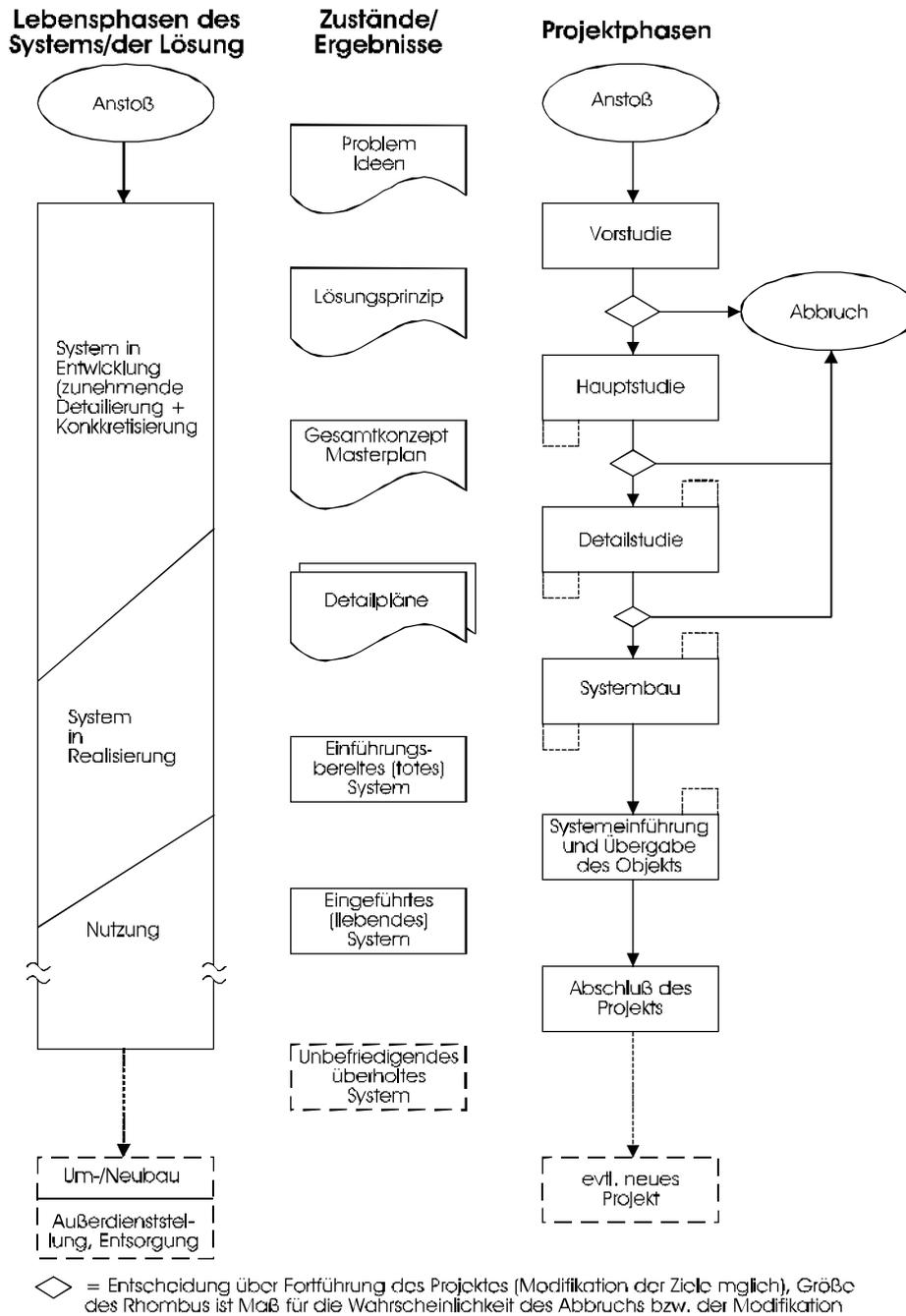


Abb. 17: Phasenkonzept<sup>26</sup>

<sup>26</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 38

Dadurch ist es möglich, den Werdegang eines Projekts in überschaubare Teiletappen zu gliedern und damit gegebenenfalls durch unterschiedliche Untergruppen/Teams einen stufenweisen Planungs-, Entscheidungs-, und Konkretisierungsprozess zu schaffen.

Die Anzahl der Phasen variiert mit Art, Größe und Inhalt des Projekts. Die Benennung der einzelnen Abschnitte ist projektspezifisch und wird von der Branche und Aufgabenstellung des Auftraggebers beeinflusst.

In Verbindung mit dem Prinzip der Phasengliederung stellt eine oft verwendete Methode zur Beschleunigung und Komprimierung des Ablaufs das „Simultaneous Engineering“ dar (s. Abb. 18). Das Konzept ist die Parallelisierung der Abläufe. Das Prinzip der Phasengliederung darf dabei nicht als ein stur linear festgelegter Algorithmus verstanden werden. Sprich „Muss die Konzeption vollständig abgeschlossen sein, bevor mit der Konstruktion begonnen werden darf?“

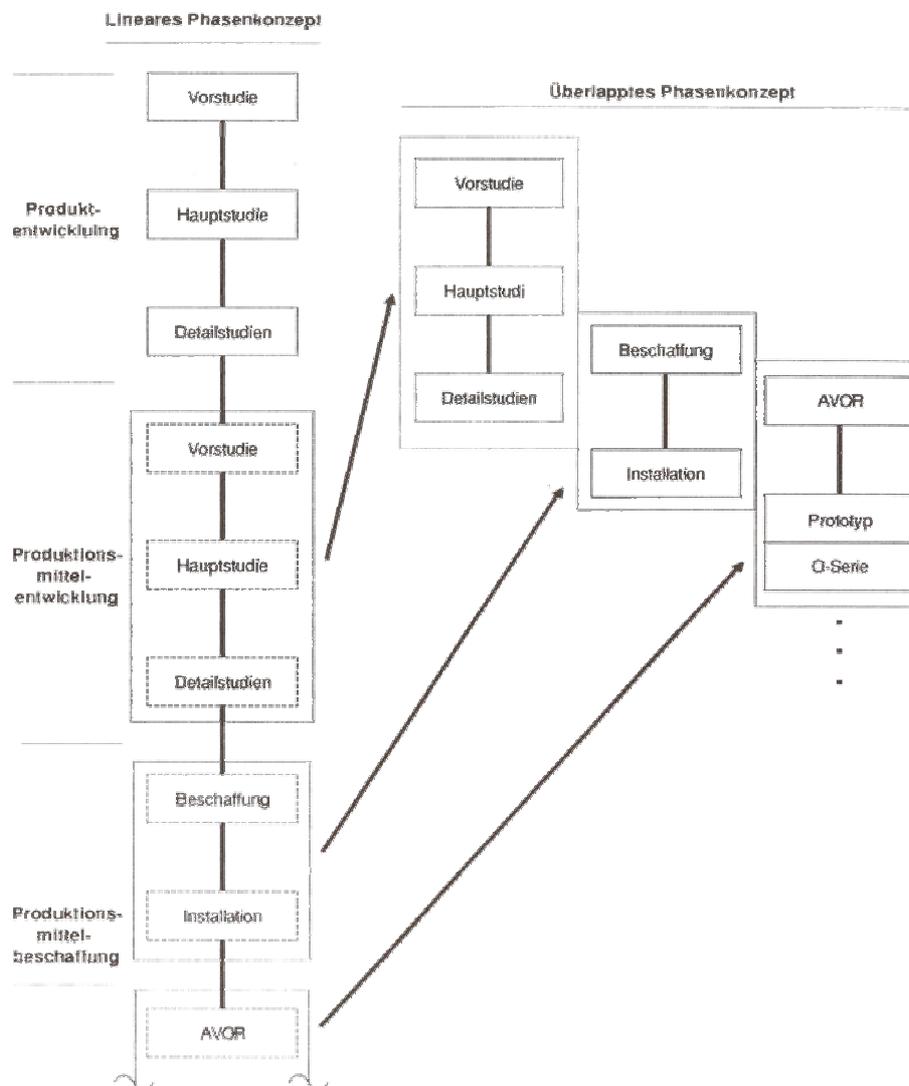


Abb. 18: Simultaneous Engineering als überlapptes Phasenmodell<sup>27</sup>

<sup>27</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 70

Im Simultaneous Engineering wird eine teil-simultane Bearbeitung durch gezielte Überlappung der Phasenordnung möglich. Im Vordergrund stehen hier vor allem die zeitkritischen und voneinander unabhängigen Teilschritte. Hauptmaxime ist: Kritisches bzw. Konzeptbestimmendes zuerst, damit die Folgeaktivitäten unverzüglich beginnen können<sup>28</sup>.

Ein Mindestmaß an Vorlauf im Sinne einer zeitlichen Staffelung sollte aber gegeben sein. Denn es ist nicht unbedingt von Vorteil, dass die Konstrukteure noch vor der Konzeptlösung zu konstruieren beginnen.

### 3.9.4 Der Problemlösungszyklus (PLZ)

Auch wenn als vierte und letzte Grundidee angeführt, ist der Problemlösungszyklus nicht minder wichtig. In vielen Fällen der Lösungssuche werden nur die offensichtlichen Varianten einer Lösung betrachtet. Die Folge ist die Vernachlässigung von weniger ersichtlichen Lösungen, die aber vielleicht doch versteckte Potentiale beinhalten würden.

Der im Folgenden erläuterte Problemlösungszyklus stellt eine Art Logik dar, verschiedenste Probleme in jeder Projektphase kontrolliert anzugehen. Er teilt sich in drei Teilschritte:

- Zielsuche
- Lösungssuche
- Auswahl

Der Stand der Entwicklung hat einen wesentlichen Einfluss auf den Inhalt und den Detaillierungsgrad dieser Schritte. Der PLZ soll dazu dienen, Schritt für Schritt Lösungen für die Problemstellung zu finden. Vor allem werden mit ihm auch die weniger beachteten Lösungsmöglichkeiten in die Entscheidung miteinbezogen (s. Abb. 19).

---

<sup>28</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 68

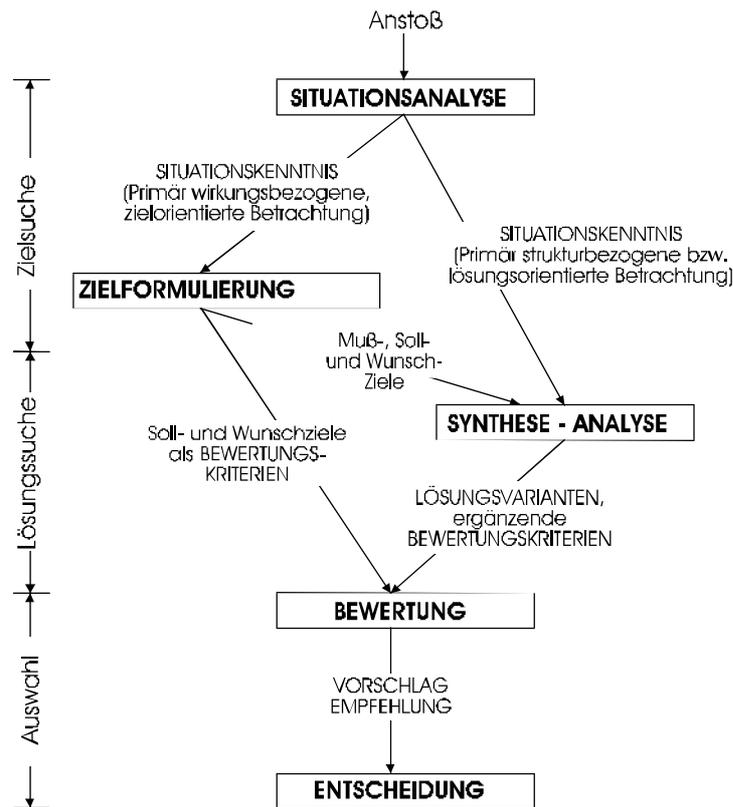


Abb. 19: Problemlösungszyklus, Zusammenhänge der Teilschritte<sup>29</sup>

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte näher erläutert.

### 3.9.4.1 Anstoß

Er ist sozusagen der Auslöser, der die Arbeitslogik in Gang setzt, der Impuls.

Der Anstoß beinhaltet keine Arbeit, viel mehr die informelle Auseinandersetzung etwas Neues zu beginnen und es für die kommende Planungsstufe zu konkretisieren.

### 3.9.4.2 Situationsanalyse

Bevor man sich Gedanken über das Ziel macht, muss man sich erst einmal mit der Ausgangssituation und der Aufgabestellung vertraut machen, um somit die Basis für konkrete Ziele schaffen zu können.

<sup>29</sup> vgl. Haberfellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999, S. 47

Dabei können vier charakteristische Betrachtungsweisen unterschieden werden, die zueinander allerdings eng in Verbindung stehen und wechselweise oder simultan zum Einsatz kommen.

- Die systemorientierte Betrachtung, die vom System selbst ausgeht und folgende Fragen zu beantworten sucht.
  - Wie umfassend soll das Problemfeld definiert werden?
  - Welche Komponenten und Zusammenhänge sind wichtig?
  - Mit welchen Strukturmodellen kann die Situation beschrieben, dargestellt werden?
  - Wie soll der Eingriffs- bzw. Gestaltungsbereich abgegrenzt werden?
- Die ursachenorientierte (diagnostische) Betrachtung bezweckt, Symptome zu beschreiben und die Ursachen herauszuarbeiten.
  - Welche Problemkomponenten (Symptome, Schwierigkeiten, Risiken) sollen beachtet werden?
  - Wie bedeutungsvoll sind sie?
  - Auf welche Einflussfaktoren, Hintergründe, Ursachen lassen sie sich zurückführen?
- Die lösungsorientierte Betrachtung soll den Blick auf Lösungsideen richten und ist notwendig, um das Problem besser verstehen zu können.
  - Wie würde man handeln, hätte man die Kompetenz, warum?
  - Bei welchen Ursachen sollte man den Hebel ansetzen?
  - Was kann nicht geändert werden (Randbedingungen)?

Allerdings sollten die Überlegungen nicht ausufern, da die eigentlichen Lösungsausarbeiten später erfolgen.

- Die zukunftsorientierte Betrachtung lenkt den Blick in die Zukunft und soll Fragen klären wie:
  - Wie wird sich die Situation in Zukunft entwickeln, wenn jetzt nicht eingegriffen wird?
  - Wie entwickelt sich das Problemfeld?
  - Welche Auswirkung können mögliche Eingriffe hervorrufen, in welche Richtung können sie Veränderungen einleiten?

In der Situationsanalyse sollen aber auch folgende wichtige Randbedingungen festgehalten werden, die

- durch das Umfeld,
- durch frühere Entscheidungen, die nicht geändert werden können,
- durch die Vorstellungen des Auftraggebers
- oder durch die als unveränderlich angesehenen Teile der Ist Situation

bestimmt sind.

Am Ende dieser Analyse liegen dann quantitative und qualitative Informationen vor, die eine verbesserte Problemsicht bzw. -verständnis vermitteln. Es kann sich dann auch als notwendig erweisen, manche mit der Problemstellung geäußerte Zielformulierungen abzuändern.

#### 3.9.4.3 Zielformulierung

Der Sinn der Zielformulierung ist es, Aussagen darüber zu machen, welche Wirkungen durch die Problemlösung erreicht werden sollen. Ziele sollen damit die Lösungssuche steuern und nicht nachträglich erfunden werden um Lösungen zu rechtfertigen.

Ziele beschreiben nicht die Lösung, sie begründen sie, indem sie die Auswahl zwischen verschiedenen Lösungen unterstützen.

Ziele, die im SE benötigt werden, beschreiben die Wirkung nicht nur generell, sondern präzisieren diese durch Einzel- oder Teilziele. Man unterscheidet zwischen Muss- und Soll-, bzw. Wunschzielen. Damit werden die Wichtigkeit und die Priorität der einzelnen Ziele definiert.

Mussziele sind Ziele, deren Erreichung zwingend vorgeschrieben wird. Soll- bzw. Wunschziele bezeichnen Ziele, deren möglichst gute Erreichung angestrebt werden soll. Sollzielen kommt dabei eine höhere Bedeutung hinsichtlich der Beurteilung ihrer Eignung zu als Wunschzielen.

Den Abschluss der Zielformulierung bildet die Zielentscheidung. Damit werden die bis hiermit definierten Ziele zur verbindlichen Grundlage für die weiteren Planungsarbeiten. Es kann allerdings auch später noch Änderungswünsche geben, die nach entsprechender Analyse in Bezug auf deren Wirkung zu nachträglichen Änderungen führen können.

#### 3.9.4.4 Synthese von Lösungen

Die Synthese von Lösungen ist der kreative Teil im Problemlösungszyklus.

Auf den Ergebnissen der Situationsanalyse und der Zielformulierung aufbauend, sollen nun Lösungsvarianten erarbeitet werden, die dem Konkretisierungsniveau der jeweils gerade bearbeiteten Phase entsprechen. Dies soll dementsprechend ausreichen, um die verschiedenen Varianten gegenüberstellen zu können und die geeignetste auszuwählen.

Die Synthese von Lösungen bedeutet Lösungsmöglichkeiten zu finden. Kritik und schnelles Urteil verhindern das Aufkommen vieler Lösungen und sollte somit unterlassen werden. Die Analyse und Bewertung der Lösungen erfolgt später und ist nicht Inhalt der Synthese.

#### 3.9.4.5 Analyse von Lösungen

War die Synthese der kreative, der konstruktive Teil so ist die Analyse der destruktive Teil des PLZ.

In diesem Schritt werden die gefundenen Lösungen gegenübergestellt und beurteilt. Wichtig ist es, durch sinnvolle Kritik und Diskussion bezüglich der festgelegten Ziele, herauszufinden, ob ein Konzept den gestellten Anforderungen entspricht und es nicht Schwachstellen aufweist. Diese wären jetzt noch recht einfach zu korrigieren, solange eine Lösung nur auf dem Papier existiert.

Damit schafft die Analyse die Grundlage für die nun folgende Bewertung, von der sie allerdings deutlich getrennt gesehen werden muss. Bei der Analyse geht es darum, eine Lösung auf Tauglichkeit und Zweckmäßigkeit zu prüfen. Es sollen untaugliche und offensichtlich weniger gute Lösungen in diesem Schritt ausgesondert werden.

Erst die Bewertung „bewertet“ die restlichen vorhandenen Lösungen, um schlussendlich eine davon als Lösung des Ausgangsproblems anzuerkennen.

Synthese und Analyse lassen sich praktisch leider nicht so klar voneinander abgrenzen wie es die Theorie verlangt. Denn sobald eine Idee geboren ist wird sie auch schon mit Lob und Kritik „verunreinigt“. Es besteht die Gefahr, Lösungen bereits in der Synthese vorschnell „zu Tode“ zu kritisieren.

Es sollte daher eher versucht werden, eine systematische Analyse, auch der sichtlich nicht brauchbaren Lösungen, durchzuführen, die bei Vorliegen von Lösungsentwürfen formal und bewusst angewendet werden kann.

#### 3.9.4.6 Bewertung

Die Bewertung stellt nun die tauglichen Varianten systematisch gegenüber um anschließend im nächsten Schritt die am besten geeignete herauszufinden. Hier werden nur Varianten, die alle Mussziele erfüllen zugelassen.

Die Schwierigkeit liegt darin, Lösungen mit unterschiedlichen Ausprägungen und Merkmalen auf irgendeine Art miteinander zu vergleichen. Hier sollte eine weitere Liste von Aspekten und Forderungen an die Lösungen erstellt werden, um im Folgenden eine objektive Entscheidung treffen zu können.

#### 3.9.4.7 Entscheidung/Auswahl

Zweck dieses Schrittes ist es, auf den Bewertungsergebnissen aufbauend, die weiter zu bearbeitende Lösung festzulegen. Dieser Schritt erfolgt natürlich mehr oder weniger in der Bewertung, ist aber doch als eigener Schritt zu sehen.

#### 3.9.4.8 Ergebnis

Das Ergebnis soll darin bestehen, eine zufriedenstellende Lösung zu finden, die wiederum als Anstoß und Grundlage für die nächste Phase dient, oder nun realisiert werden kann.

Wurde keine befriedigende Lösung gefunden, oder stellt sich heraus, dass mit den vorhandenen Mitteln personeller, materieller oder finanzieller Art in der beabsichtigten Zeit keine Lösung gefunden werden kann, dann müssen entweder die Ansprüche an die Lösung heruntergeschraubt, oder das Problem überhaupt neu beschrieben werden.

#### 3.9.4.9 Informationsbeschaffung

Für einen effektiven Ablauf des Problemlösungszyklus werden viele Informationen benötigt. Sie sollten bei der *Zielformulierung* primär problemorientiert sein, d.h.

- dem Erkennen und Abgrenzen des Problems,
- dem Erarbeiten realistischer Zielsetzungen, aber auch bereits
- der grundsätzlichen Abklärung über Eingriffs- und Lösungsmöglichkeiten

dienen.

Bei der *Synthese und Analyse von Lösungen* muss die Informationsbeschaffung vor allem lösungsorientiert sein. Sie muss somit auf die Entwicklung und Beurteilung bestimmter funktionaler und instrumentaler Lösungskonzepte ausgerichtet sein.

### 3.9.4.10 Dokumentation

Die Notwendigkeit alle Schritte, auch jene, die zu keinen Lösungen geführt haben, auf saubere und nachvollziehbare Weise zu dokumentieren liegt auf der Hand. Dadurch ist es möglich, Entscheidungen im weiteren Projektverlauf jederzeit nachvollziehen zu können. Das unterstützt die Glaubwürdigkeit einer Lösung und erleichtert auch spätere Detaillierungen und Modifikationen.

Der Problemlösungszyklus stellt einen Leitfaden zur Behandlung von Problemen oder Aufgabenstellungen jeglicher Art dar. Er kann in allen Phasen des Projekts angewendet werden und garantiert, bei korrekter Anwendung, eine objektive und strukturierte Lösungssuche!

Hiermit beschließen wir den theoretischen Teil des Projektmanagements. Mit diesen Grundlagen sollte es möglich sein die Ausführungen der nun folgenden Kapitel ohne Schwierigkeiten lesen und verstehen zu können. Wir möchten noch einmal darauf hinweisen, dass die Themen, die hier besprochen wurden, absichtlich kurz gehalten sind. Bei Unklarheiten dürfen wir freundlich auf die jeweiligen Quellen und die Bücherempfehlungen im Anhang E verweisen.

## 4 TUG Racing Team

Das TUG Racing Team soll als Beispiel dienen, wie ein Formula Student Projekt aufgebaut, organisiert, geplant und durchgeführt wird. Auf der Basis der vorigen Kapitel wollen wir die einzelnen Bereiche wie Projektplanung, Projektorganisation, Projektcontrolling und Projektdokumentation genauer behandeln. Neben den grundsätzlichen Ausführungen werden auch Beispiele aus dem TUG Racing Team und persönliche Erfahrungen der Teamgründer angeführt. Dadurch soll es kommenden Teams möglich sein, gut und organisiert in den Formula Student Bewerb einzusteigen.

### 4.1 Organisatorische Voraussetzungen

Neben der Theorie, die das Gerüst zur Planung und Organisation des Projekts darstellt, bedarf es noch zusätzlicher organisatorischer Voraussetzungen, um ein Formula Student Team zu gründen.

Ein Formula Student Team benötigt abgesehen von einer höchst motivierten Gruppe von Studierenden vor allem die Unterstützung der Universität. Um diese zu erhalten, muss eine intensive und aufwendige Überzeugungsarbeit geleistet werden.

Für uns war es sehr wichtig, dass dieses Projekt vom ersten Moment an ernst genommen wird. Hierfür arbeiteten wir zu Beginn vor allem daran, das Gesamtprojekt auf hohem Niveau zu präsentieren. Es durfte nicht wie ein von Studierenden schnell gelegtes und unüberlegtes Strohfeuer wirken, das nach der Anfangseuphorie schnell wieder erlischt. Wir wollten von der Universitätsleitung und den Professoren als ernstzunehmende Projektleiter anerkannt werden. Dies erreichten wir durch entsprechende Vorbereitung, gute Präsentation und schnell verständliche Darlegung des Projektes, aber auch durch unsere Sprache, Kleidung und das gesamte Auftreten. Nur so konnten wir uns das Vertrauen der Professoren und der Universität sichern.

Es begann damit, dass wir einen Informationsfolder zusammenstellten in dem das gesamte Projekt und der Bewerb vorgestellt wurden. Wir versuchten das Projekt so zu strukturieren wie es uns sinnvoll und effizient erschien. Wir erstellten eine Teamstruktur, entwickelten einen groben Zeitplan und teilten diesen dann in einzelne Phasen. So wie wir den Zeitplan unterteilten, brachen wir auch unser Projektziel in kleinere Ziele herunter, den Phasenzielen. Die unterschiedlichen Aufgabenbereiche während der Phasen waren ebenfalls in diesem Informationsfolder enthalten. Wir hatten somit eine kompakte Darstellung unseres Projektkonzepts, das nicht nur sorgfältig durchdacht, sondern auch optisch bereits nach einem vielversprechenden Projekt aussah.

Mit diesem Folder informierten wir dann hauptsächlich jene Professoren, mit denen wir dann in Zukunft zusammenarbeiten wollten. Das waren vor allem Professoren aus dem Bereich der Verbrennungskraftmaschinen, sowie Maschinenelemente oder Strömungslehre und der Arbeitsgruppe für Unternehmungsführung und Organisation. Darüber hinaus informierten wir natürlich auch den Dekan für Maschinenbau und den Rektor der TU Graz.

Am 15. Nov. 2002 konnten wir in der Kuriensitzung<sup>30</sup> unser Projekt vorstellen. Ab diesem Zeitpunkt gab es kein Zurück mehr und wir konnten uns der Unterstützung der Universität sicher sein. Jetzt begann die eigentliche Arbeit und mit ihr das wirkliche Projekt **TUG Racing Team**.

Das Kernteam bildete eine Handvoll Freunde, die mit uns diesen Formula Student Wettbewerb bestreiten wollten und sich für die Leitung einzelner Module (s. Kap. 4.3.2) bereit-erklärten. Noch im Dezember 2002 veranstalteten wir am 12.12.02 einen Vortrag für Studierende der TU Graz, um ihnen das Projekt vorzustellen. Natürlich mussten wir diesen dementsprechend mit E-Mails und Werbeplakaten publik machen. Ein voller Hörsaal mit mehr als 120 Interessenten war das Ergebnis. Wir wollten dabei weitere Mitglieder für unser Team anwerben und so gaben wir vorgefertigte Datenblätter (s. Anhang D, Abb. 42) aus. Neben Name, Alter und Studienrichtung sollten uns darin vor allem die Interessen und die Motivationen der Bewerber beschrieben werden. Im Jänner 2003 luden wir dann alle Interessenten zu Meetings ein, um zu klären, wer für unser Team geeignet erschien.

Unsere Überlegung war, dass es aufgrund der vielfältigen Aufgaben, die dieses Projekt beinhaltet, eigentlich nicht so wichtig ist, wie weit jemand mit seinem Studium ist. Wichtig ist, ob Studierende sich bereit erklären in diesem Team zu arbeiten und einen Großteil ihrer Freizeit dafür aufzubringen. Auch war es für uns von großer Bedeutung, ob jemand überhaupt teamfähig ist. In diesen Meetings sprachen wir deshalb nicht hauptsächlich über die technischen Details des Rennautos, sondern über die jeweiligen Interessen und die Gründe warum jemand in unserem Team mitarbeiten will sowie über die erwarteten Aufgaben und Positionen in denen sich die Studierenden sahen.

Nach einer Woche, mit vielen intensiven Gesprächen mit den Interessenten, konnten wir unser Team auf 28 Mitglieder aufstocken (15. Jänner 2003) und hatten somit die erforderlichen Ressourcen um dieses Projekt zu beginnen. Der Auftakt bildete das Kick-Off Meeting, am 18. Jänner 2003, das den offiziellen Start des TUG Racing Teams darstellte.

---

<sup>30</sup> Sitzung aller Professoren der Fakultät Maschinenbau, 4x jährlich

## 4.2 Projektplanung

Die Projektplanung beginnt in dem Moment, in dem man sich erste Gedanken über den weiteren Ablauf eines Projekts macht. Das Wichtigste zu Beginn der Planung ist das Ziel. Ohne Ziel ist jeder Weg der Falsche. Erst wenn das Ziel definiert ist, kann man sich Gedanken über das „wie“, über den Weg dorthin machen. Die Planung hört nie auf. Ein Projekt ist ein dynamischer Ablauf. Ziele ändern sich, Aufgaben kommen hinzu oder die logische Reihenfolge der Aufgaben verändert sich. Die Projektplanung orientiert sich am aktuellen Stand des Projekts. Dazu ist es notwendig, die Planung immer wieder neu zu überdenken. Können die geforderten Aufgaben auch innerhalb der festgelegten Kosten und Terminen erledigt werden? Sind auf Grund hinzukommender Randbedingungen auch andere Wege zum Ziel möglich?

Die Planung ist die Basis des Projekts. Sie bestimmt welche Ziele angestrebt werden müssen, definiert den Zeit- und Kostenrahmen und beeinflusst somit zwangsweise den gesamten Projektverlauf. Eine sinnvolle und strukturierte Projektplanung ist existentiell für einen erfolgreichen Abschluss des Projekts.

### 4.2.1 Zielformulierung / Phasen

Wie in Abschnitt 3.9 bereits erwähnt, ist das Prinzip der Phasengliederung eines der vier Grundgedanken der SE-Vorgehensweise. Aufbauend auf diese Grundlage bestimmten wir den Zeitrahmen für unser Projekt und unterteilten diesen in einzelne Phasen.

Zuerst war es allerdings notwendig, ein übergeordnetes Projektziel zu definieren. Für ein Formula Student Racing Team lautet dieses Ziel wie folgt:

„Das Ziel ist es, jährlich ein fahrtüchtiges und konkurrenzfähiges Fahrzeug entsprechend den, durch den Formula Student Bewerb vorgegebenen Richtlinien zu entwickeln, konstruieren und zu bauen sowie die dafür notwendigen Ressourcen zu beschaffen.“

Da wir allerdings erst im Jänner 2003 mit der Konstruktion begannen und wir dadurch gute drei Monate an Entwicklungszeit, verglichen mit anderen Teams, nicht nutzen konnten, sahen wir uns gezwungen dieses Ziel erst in zwei Jahren zu erreichen. Dies gab uns, der Universität und der gesamten wirtschaftlichen und industriellen Umgebung allerdings die gute Möglichkeit, sich mit dem ganzen Projekt vertraut zu machen. So entschlossen wir uns die Konzeption, Konstruktion und Entwicklung im ersten Jahr und die Fertigung im zweiten Jahr durchzuführen. In Zukunft soll jedoch jedes Jahr ein konkurrenzfähiges Rennauto gebaut werden.

Der somit vorhandene Zeitraum von 2 Jahren wurde von uns in folgende Phasen unterteilt.

- **Phase I:** Gründungsphase
- **Phase II:** Konzeptionsphase
- **Phase III:** Konstruktionsphase
- **Phase IV:** Fertigungsphase
- **Phase V:** Testphase

Diese Phasen enthalten voneinander abgrenzbare Inhalte. Sie sind somit logisch und zeitlich voneinander getrennt. Die Erreichung der Ziele der einzelnen Phasen stellt allerdings immer die Voraussetzung für die jeweils folgende Phase dar. Die spezifischen Inhalte dieser sogenannten Phasenziele, oder auch Meilensteine, sind für den Erfolg und den Fortschritt des Projekts sehr bedeutend und müssen daher mit Berücksichtigung des Gesamtziels definiert werden. Im folgenden Abschnitt wollen wir diese Phasenziele, den Zeitrahmen und Inhalt der jeweiligen Phase am Beispiel des TUG Racing Teams näher betrachten.

## 4.2.2 Phasenziele, Inhalte und Zeitrahmen

### 4.2.2.1 Gründungsphase (PHASE I)

Ziel: Voraussetzungen für effektives Arbeiten schaffen

Inhalt:

- Zusammenstellung eines funktionierenden und organisierten Teams
- Organisation der für den Beginn notwendigen Ressourcen

Folgende Punkte sind in Bezug auf die Ressourcen von großer Wichtigkeit:

- Welche Ressourcen kann/darf man verwenden?
- Wo kann/darf man diese verwenden?
- Welcher Aufwand ist damit verbunden (Kosten, Genehmigung,...)?
- Wie ist es mit der Beschaffung bestellt (Entfernung, Transport, ...)?

Diese Ressourcen sind sowohl auf Seiten der Universität als auch der Industrie, des Landes und des Bundes zu suchen. Die finanziellen Ressourcen müssen im Zuge dessen ebenfalls gesucht, gefunden und genutzt werden. Zu Beginn ist speziell die Organisation eines Grundbudgets wichtig!

- Suchen nach Unterstützung seitens der Universität

Diese wird in Form eines Advisory Boards auch direkt nach außen hin sichtbar. Das Advisory Board ist eine auserwählte Gruppe von Professoren, die sozusagen die Schirmherrschaft über dieses Projekt übernehmen und in der Industrie und Wirtschaft gut bekannt sind. Daraus ergeben sich zweierlei Vorteile. Erstens haben diese Personen persönliches Interesse daran, dass dieses Projekt erfolgreich ist und werden daher bei schwerwiegenden, das Projekt gefährdenden Problemen eine wichtige Unterstützung sein. Der zweite Vorteil liegt darin, dass dadurch die Verbindung zur Universität gefestigt wird. Die Qualität dieser Verbindung zur Universität ist ausschlaggebend für das weitere Überleben des Projekts!

Ergebnisse:     - motiviertes Team zusammengestellt (28 Studierenden)  
                  - Startbudget aufgetrieben (1500 €)  
                  - Ressourcen vorhanden (s. Kap. 4.3.6.1)

Dauer: 2 Monate

#### 4.2.2.2 Konzeptionsphase (PHASE II)

Ziele: Definition der grundsätzlichen technischen Ausführungen des Fahrzeugs (Motor, Chassiskonstruktion, Drivetrain, Suspension,... =Technisches Konzept)

Sponsorkonzept erstellen, erste Werbemaßnahmen setzen

Effizientes System für ein Projektcontrolling entwerfen

Inhalt:

- Vision definieren (leichtes, schnelles, einfaches Rennfahrzeug)
- Festlegung der Hauptkomponenten des Fahrzeugs
- Definition der Schnittstellen zwischen den einzelnen Modulen und den Hauptkomponenten des Fahrzeugs
- Erstellung von Lasten- und Pflichtenheften für die einzelnen Module  

Sie beinhalten die Anforderungen und Aufgaben, die zur Erreichung der Ziele notwendig sind.
- Kontakt mit Firmen herstellen
- Erstellung einer Homepage

- Ergebnisse:
- Technisches Konzept verfasst
  - Projektcontrolling aufgebaut
  - Sponsorkonzept gestaltet
  - Erste Werbung für das Projekt außerhalb der Universität

Dauer: 2 Monate

#### 4.2.2.3 Konstruktionsphase (PHASE III)

Ziele: Konstruktion der wichtigsten Komponenten (>85%) des Fahrzeuges fertig

Vorläufigen Fertigungsplan erstellen

Organisation Formula Student 1. Jahr ( Class 3)

Regionalen Bekanntheitsgrad erreichen

Kostenrechnung mit Buchhaltung aufbauen

Inhalt:

- Erstellung eines Detailkonstruktionsplan des Rennboliden

Aufgrund von logischen Überlegungen (Zusammenbau am Computer mit CAD-Tools) und Ressourcen sind manche Teile früher als andere zu konstruieren. Der Detailkonstruktionsplan beinhaltet diese Informationen über den Zeitrahmen und die Reihung der einzelnen Komponenten.

- Organisation einer Werkstatt

Der Beginn der Fertigungsphase ist direkt mit dem Vorhandensein der Werkstatt abhängig.

- Finden von Sponsoren

Bedingt durch die notwendigen Werbemittel, aber auch durch die teilweise jetzt schon zu beschaffenden Komponenten (Motor) ist das Grundbudget zu diesem Zeitpunkt vermutlich schon erschöpft. Daher ist es wichtig mit dem erstellten Sponsorkonzept auf Sponsorsuche zu gehen, um die entstehenden Kosten decken zu können.

- Ergebnisse:
- Detailkonstruktionszeichnung der Hauptkomponenten vorhanden
  - Darstellung des Gesamtfahrzeug in 3D
  - Projektfinanzierung für das erstes Jahr (15.000 €) organisiert
  - Kostenrechnung aufgestellt
  - 1. Teilnahme am Formula Student Event

Dauer: 3 Monate

#### 4.2.2.4 Produktionsphase (PHASE IV)

Ziele: Fahrtüchtiges Fahrzeug zusammenbauen

Projektkosten für 2. Jahr gesichert

Inhalt:

- Werkstattzeichnungen von allen Komponenten erstellen
- Kauf oder Fertigung von Komponenten
- Erstellen eines detaillierten Fertigungsplans
- Nationalen Bekanntheitsgrad erreichen
- Ausgefeiltes Marketingsystem überlegen
- Weitere Sponsoren für das Projekt gewinnen

Ergebnisse:     - fahrtüchtiges Auto vorhanden  
                  - Testgelände organisiert, Testphase geplant  
                  - Produktions- und Testfinanzierung sichergestellt (25.000 €)

Dauer: 4 – 5 Monate

#### 4.2.2.5 Testphase (PHASE V)

Ziele: Konkurrenzfähiges Rennauto

Organisation Formula Student 2. Jahr ( Class 1)

Inhalt:

- Durchführung aller notwendigen Tests (Geradeausfahrt, Bremsen, Kurvenfahrt, Beschleunigung, ...) zur Feinabstimmung des Fahrzeuges
- Organisation einer Transportmöglichkeit (Transportfirma)
- Sicherstellung der Finanzierung des Formula Student Events durch vorhandene oder weitere Sponsoren

Ergebnisse:     - konkurrenzfähiges Rennauto vorhanden  
                  - Transport (LKW) gesichert  
                  - Formula Student organisiert  
                  - Eventkosten gedeckt (9.000 €)

Dauer: 3 Monate

### Persönliche Erfahrungen:

Die Definition von Zielen bringt viele Teams in Schwierigkeiten. Oft sind diese Zielsetzungen viel zu ehrgeizig für die vorhandenen Ressourcen. Dieser Wettbewerb ist für Studierende, nicht für Profis. Die Automobilentwicklung benötigt 20 Monate um ein neues Auto auf den Markt zu bringen. Das sind 20 Monate harte Arbeit von größeren Teams bestehend aus sehr erfahrenen Ingenieuren, die seit langer Zeit Automobile entwickeln. Ein Formula Student Auto beinhaltet zwar weniger Komponenten, der Prozess der Entwicklung ist jedoch sehr ähnlich. Einzig in den verschiedenen Anforderungen unterscheiden sich die Fahrzeuge. Abhängig vom Terminplan hat man als Formula Student Team 9 bis 18 Monate Zeit und ein Budget von ein paar tausend Euro um ein Rennfahrzeug zu bauen. Darüber hinaus arbeitet man mit Studierenden zusammen, die freiwillig Zeit investieren und deren oberstes Ziel die Erreichung des Studienabschlusses ist.

Es ist daher ratsam, sich einfache und erreichbare Ziele in Bezug auf das Fahrzeug zu setzen. Für das erste Auto ist es wichtig, dass alle Systeme zusammenarbeiten und funktionieren. Daneben wird noch viel Energie, Zeit und Geld für das Recruiting und die Organisation der finanziellen Unterstützung benötigt werden.

### 4.2.3 Meilensteine

Meilensteine sind Sachergebnisse, die wichtige Abschnitte eines Projektes beschreiben (s. Kap. 3.6).

Neben den in Kapitel 4.2.2 beschriebenen Phasenzielen gibt es weitere wichtige Sachergebnisse in unserem Projektablauf, die den Fortschritt unseres Projektes eindeutig dokumentieren. Es sind dies in erster Linie:

- Das Kick-off-Meeting: Es leitet den Start der Konzeptionsphase ein.
- Die Konzeptfreigabe durch den Projektleiter.
- Das Ende der Konstruktion.
- Der Prototyp 1 (PT 1). Er ist das erste fahrtaugliche Fahrzeug.
- Das Ende der Fertigung; Ab diesem gibt es keine konstruktiven Veränderungen am Fahrzeug. Es wird ab jetzt das komplett zusammengebaute Fahrzeug auf den Formula Student Bewerb abgestimmt.
- Der Prototyp Serie (PT S). Dies ist der Status des Fahrzeugs, der in England beim Formula Student Event präsentiert wird.

Die Meilensteine werden bei Erreichen von unserem Management bestätigt und alle darin enthaltenen Ergebnisse können danach nur mehr über einen offiziellen Antrag geändert werden. Ansonsten heißt es ab diesem Zeitpunkt für alle mit dem Meilenstein verbundenen Resultate: „Design Freeze“!

Persönliche Erfahrungen:

Meilensteine werden gemeinsam erreicht und bedeuten zusammen einen weiteren Schritt in Richtung Ziel gemacht zu haben. Daher sollten diese erreichten Meilensteine auch gemeinsam gefeiert werden.

#### 4.2.4 Projektguideline

Nachdem wir nun die Projektphasen mit ihrer Dauer und die Meilensteine definiert hatten, war es uns möglich unsere Projektguideline zusammenzustellen (s. Abb. 20). Sie zeigt den zeitlichen Ablauf des Projekts mit seinen Phasen und Meilensteinen und gibt Aufschluss über das zeitlich logische Verhältnis der einzelnen Phasen.

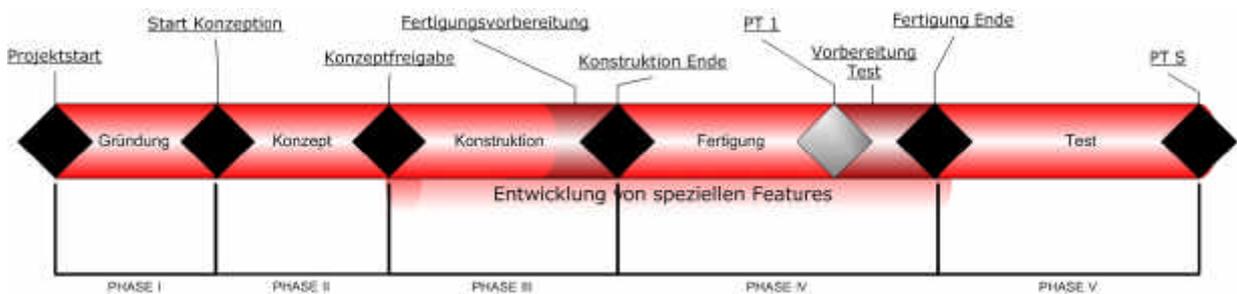


Abb. 20: Projektguideline TUG Racing Team

In Abb. 20 ist folgendes erkennbar. Der Projektstart stellt den Beginn der Gründungsphase dar. Beendet wird diese Phase durch den Meilenstein „Start Konzeption“. Die anschließende Konzeptionsphase wird mit der Konzeptfreigabe abgeschlossen, die gleichzeitig den Beginn der Konstruktionsphase darstellt. Diese wird durch den Meilenstein „Konstruktion Ende“ abgeschlossen.

Die Fertigungsphase hat im letzten Viertel den Meilenstein PT 1 (Prototyp 1) und ist mit dem Ereignis „Fertigung Ende“ erledigt. Die anschließende Testphase endet mit dem PT S (Prototyp Serie). Der PT S ist der Status unseres Fahrzeugs, der in England präsentiert wird. Für dieses Fahrzeug wurde die Serienproduktion ausgelegt, daher der Name Prototyp Serie.

Die folgende Abbildung fasst diese Punkte noch einmal zusammen (s. Tab. 2).

PHASEN	MEILENSTEINE			DAUER
	BEGINN	SONSTIGE	ENDE	
Gründungsphase	Projektstart		Start Konzeption	2 Monate
Konzeptionsphase	Start Konzeption		Konzeptfreigabe	2 Monate
Konstruktionsphase	Konzeptfreigabe		Konstruktion Ende	3 Monate
Fertigungsphase	Konstruktion Ende	PT 1	Fertigung Ende	4 Monate
Testphase	Fertigung Ende		PT S	3 Monate

Tab 2: Zusammenfassung der PGL, TUG Racing Team

Zu Beginn wurde erwähnt, dass wir dieses Projekt so perfekt wie möglich planen wollen. Dafür arbeiten wir natürlich eng mit der Industrie und Wirtschaft zusammen. Um einmal einen Vergleich mit einer Planung aus der Automobilentwicklung zu bekommen, zeigt Abb. 21 einen Phasenplan aus der Fahrzeugentwicklung.

Wie man gut erkennen kann unterscheiden sich unsere Phasen, Meilensteine und Inhalte (s. Abb. 22), nur unwesentlich von der Planung in der Automobilentwicklung. Einzig in der Planung der Produktion unterscheiden sich die Rahmenbedingungen aufgrund der Vorgaben des Formula Student Reglements.

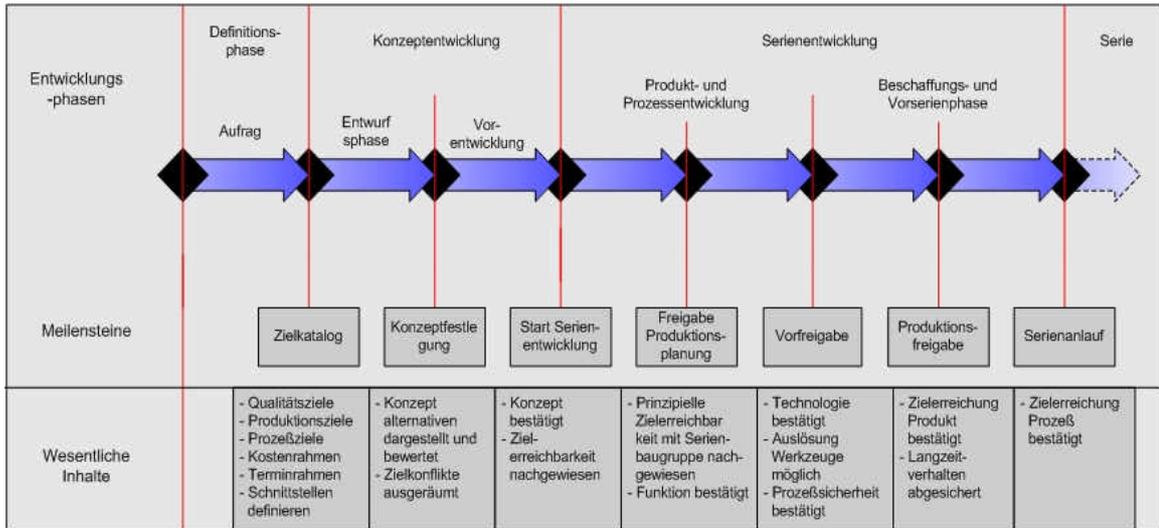


Abb. 21: Phasenplan in der Automobilentwicklung<sup>31</sup>

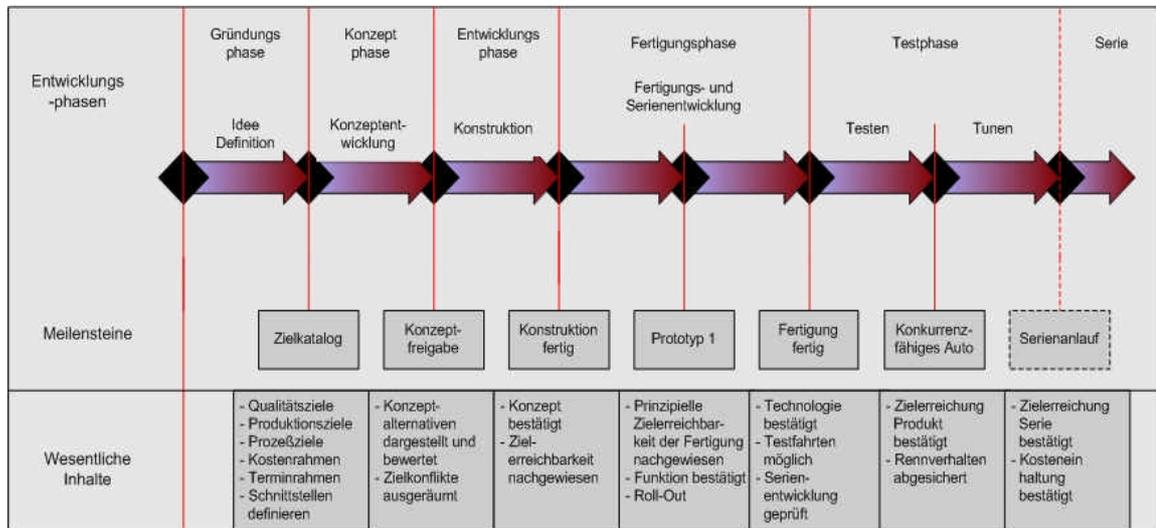


Abb. 22: Phasenplan des TUG Racing Teams

<sup>31</sup> vgl. Paar, Internationales Projektmanagement, Leistungsplanung, 1996, S. 74

Dieser Vergleich zeigt, dass unser Projekt jenen in großen Unternehmen sehr ähnlich ist. Er veranschaulicht, wie wirklichkeitsgetreu es ist und welcher enormer Lerneffekt folglich damit verbunden ist.

#### 4.2.5 Projektstrukturpläne

Die Entwicklung und der Bau eines Fahrzeuges sind, wie schon beschrieben, eine sehr komplexe und aufwendige Angelegenheit. Ein Rennbolide besteht aus mehr als 200 Einzelteilen, die alle zum Zeitpunkt ihres Einbaus, so wie geplant, zur Verfügung stehen sollen. D.h. sie müssen innerhalb geplanter Zeitrahmen konstruiert und gefertigt werden. Dafür ist es allerdings erforderlich zu wissen, aus welchen Komponenten so ein Fahrzeug besteht. Erst dann kann die Konstruktion und die Fertigung geplant werden.

Der Projektstrukturplan ermöglicht eine übersichtliche strukturierte Darstellung. Wie bereits erwähnt kann er je nach Betrachtung auf drei verschiedene Arten erstellt werden. Im Folgenden werden diese verschiedenen Strukturpläne anhand unseres Projekts näher beschrieben. Allerdings führen wir diese Pläne nicht vollständig aus, sondern zeigen die Anwendung nur anhand *eines* Beispiels.

##### 4.2.5.1 Phasenorientierter PSP

Projektstrukturpläne unterteilen ein Projekt in immer tiefere und somit detailliertere Ebenen. Ein phasenorientierter PSP beginnt in erster Ebene mit den einzelnen Phasen des Projekts.

In unserem Fall ist das Projekt „der Rennbolide“ und die einzelnen Phasen sind, wie schon bekannt, Gründung, Konzeption, Konstruktion, Fertigung und Test.

Die verschiedenen Inhalte (Ziele) einer jeden Phase, die bereits in Kap. 4.2.2 aufgezählt wurden, werden nun in Form einer Baumstruktur an die erste Ebene hinzugefügt (s. Abb. 23).

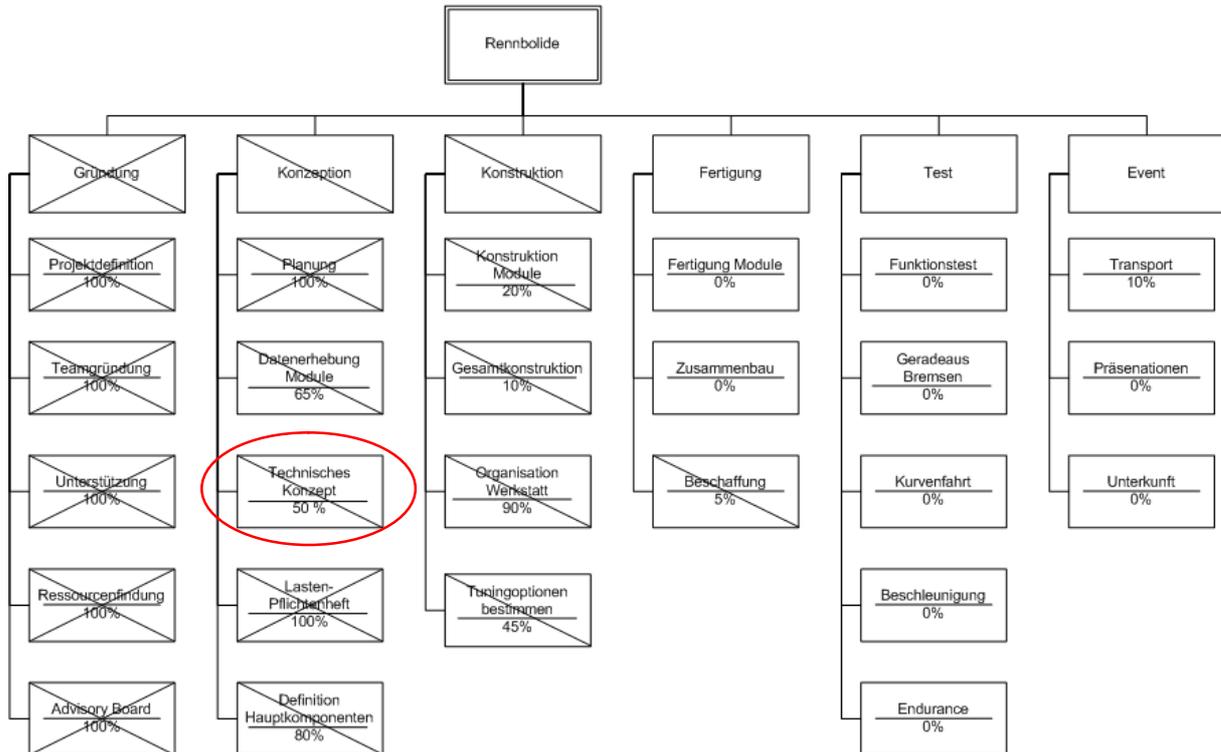


Abb. 23: Phasenorientierter PSP mit der Dokumentation des Leistungsfortschritt

Abb. 23 zeigt einen phasenorientierten PSP. Er bietet einen guten Überblick über die einzelnen Phasen und deren Inhalte. Die Abbildung gibt aber auch durch die Angabe eines groben Leistungsfortschritts Aufschluss darüber, wie weit die jeweiligen Ziele bereits erreicht worden sind.

Der Leistungsfortschritt ist durch die Angabe von Prozenten ersichtlich und die Inhalte sind bei vollständiger (100%) Erreichung des Ziels, zwei mal durchgestrichen.

Sollte die Phase noch zu keinem Ende gekommen sein, wird dies mit einem Strich gekennzeichnet und sofern noch gar nicht begonnen worden ist, ist kein Strich vorhanden.

Es ist natürlich möglich, diesen Plan noch weiter zu detaillieren. Dies soll im folgenden Abschnitt, am Beispiel des Technischen Konzepts gezeigt werden

#### Persönliche Erfahrungen:

Dieser Plan eignet sich gut, um den Fortschritt auf einem großen Plakat im Projekt-raum allen Mitgliedern ersichtlich zu machen. Das Wissen über den Stand der Dinge verhindert das Auseinandergleiten des Teams durch Ziellosigkeit sowie die Erstellung individueller Ziele und Arbeitspakete von Mitarbeitern, welche die eigentliche Projekt-planung zunichte machen.

#### 4.2.5.2 Aufgabenorientierter PSP

Um nun von den Zielen und Inhalten der Phasen zu den teilweise tief versteckten Aufgaben zu kommen, muss der phasenorientierte PSP in weitere Ebenen gegliedert werden. Dies soll am Beispiel des Technischen Konzepts vorgezeigt werden. (s. Abb. 24).

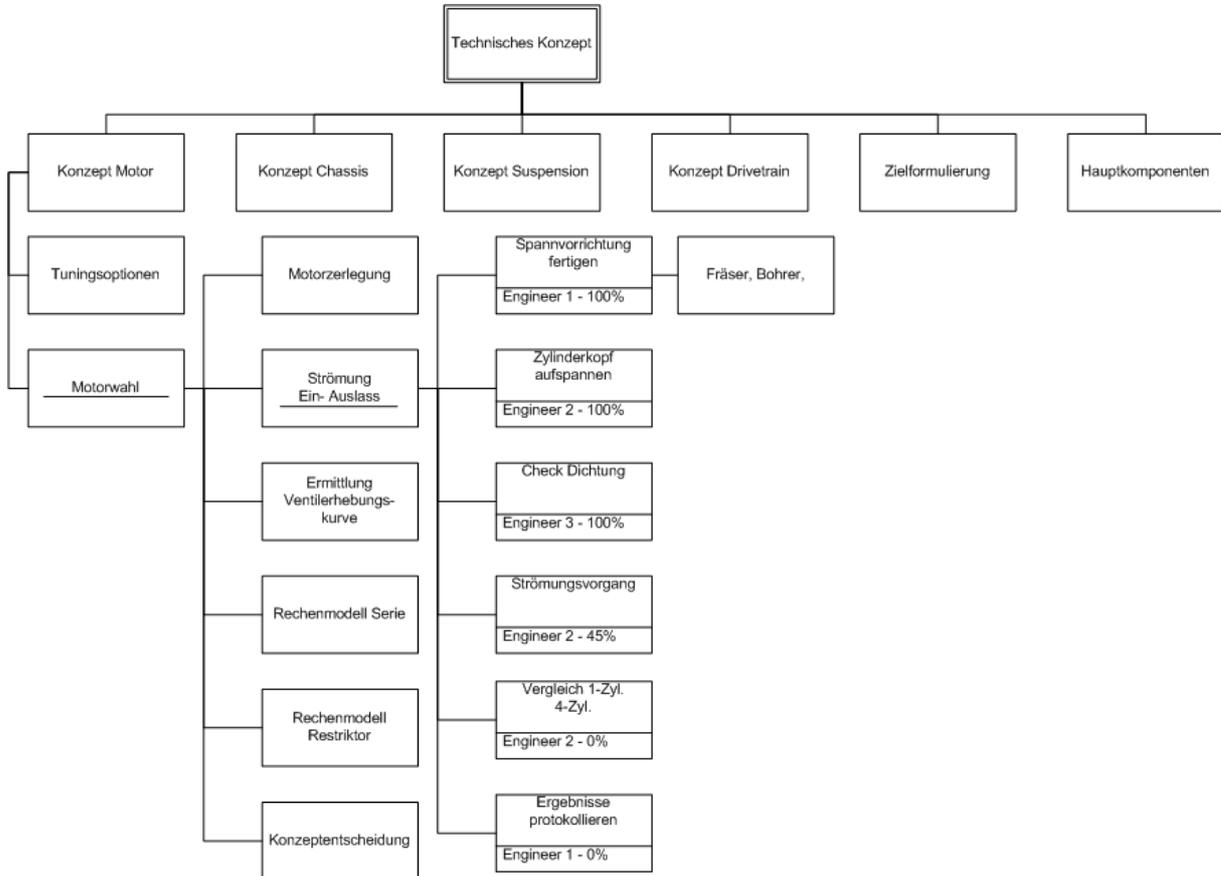


Abb. 24: Aufgabenorientierter PSP mit Arbeitspaketvergabe und Dokumentation des Fortschritts

Wie man in Abb. 24 deutlich erkennt, sind die zu erledigenden Aufgaben erst in einer sehr tief detaillierten Ebene zu erkennen. Diese Gliederung ist mit jeder einzelnen Phase durchzuführen. Dadurch sind alle Aufgaben auf einen Blick erkennbar.

Werden diesen Aufgaben ein Anfangs- und ein Endzeitpunkt zugeordnet spricht man von Aufgabenpakete. Die Aufgabenpakete werden Teammitgliedern zur Verantwortung zugeteilt, um eine komplette Ablauf- und Terminplanung erstellen zu können (s. Kap. 4.2.6). Die verschiedenen Äste werden voraussichtlich unterschiedlich lange sein. Eine tiefere Gliederung ist in den meisten Fällen nicht mehr notwendig, sondern verringert die Übersichtlichkeit.

Auch in diesem PSP kann der Fortschritt der einzelnen Aufgaben und des Projekts dokumentiert werden.

#### 4.2.5.3 Objektorientierter PSP

Wie bereits erwähnt, ist es notwendig zu wissen, welche Komponenten so ein Fahrzeug beinhaltet. Der objektorientierte PSP ist eine Möglichkeit, die Komponenten auf übersichtliche Art und Weise darzustellen. Er „zerlegt“ das jeweilige Objekt, hier den Rennboliden, in all seine Einzelteile. Hierfür müssen diese Einzelteile erst einmal bestimmt werden.

In unserem technischen Konzept wurde die grundlegende technische Ausführung festgelegt und im Zuge dessen die Hauptkomponenten des Rennboliden definiert (s. Tab. 3).

	Hauptkomponente	TEIL-NR.
<b>CHASSIS</b>	Gitterrohrrahmen	TUGR-C
	Pedalbox	TUGR-C-1
	Cockpit	TUGR-C-2
	Crashelement	TUGR-C-3
	Karosserie	TUGR-C-4 TUGR-C-5
<b>DRIVETRAIN</b>	Kupplung, Schaltung	TUGR-D
	Getriebe	TUGR-D-1
	Sekundärtrieb	TUGR-D-2
	Differential	TUGR-D-3
	Halbachsen	TUGR-D-4
	Bremsen	TUGR-D-5
	Räder	TUGR-D-6 TUGR-D-7
<b>MOTOR</b>	Tank	TUGR-M
	Motorblock (exkl. Getriebe)	TUGR-M-1
	Zylinderkopf	TUGR-M-2
	Ansaugtrakt	TUGR-M-3
	Auspufftrakt	TUGR-M-4
	Kühler	TUGR-M-5
	Ölwanne	TUGR-M-6 TUGR-M-7
<b>SUSPENSION</b>	Radträger VORNE	TUGR-S
	Radträger HINTEN	TUGR-S-1
	Querlenker VORNE	TUGR-S-2
	Querlenker HINTEN	TUGR-S-3
	Feder - Dämpfer System VORNE	TUGR-S-4
	Feder - Dämpfer System HINTEN	TUGR-S-5
	Stabilisator VORNE	TUGR-S-6
	Stabilisator HINTEN	TUGR-S-7
	Lenkung	TUGR-S-8 TUGR-S-9

Tab 3: Hauptkomponenten, TUG Racing Team

Diese Hauptkomponenten stellen das Gerüst des Fahrzeugs dar. An das werden anschließend alle weiteren Teile angefügt. Diesen Komponenten wurden nach Absprache mit den zuständigen Abteilungen und Verantwortlichen eindeutige Bezeichnungen zugeteilt. Diese Bezeichnungen sollen die Komponenten eindeutig voneinander unterscheiden und es muss daraus auch der Aktualisierungsgrad erkennbar sein.

In der ersten Ebene des Objektstrukturplans ist der Rennbolide in seine großen Bereiche unterteilt: Drivetrain, Motor, Chassis, Suspension. An diese werden untereinander die Hauptkomponenten angefügt (s. Abb. 25).

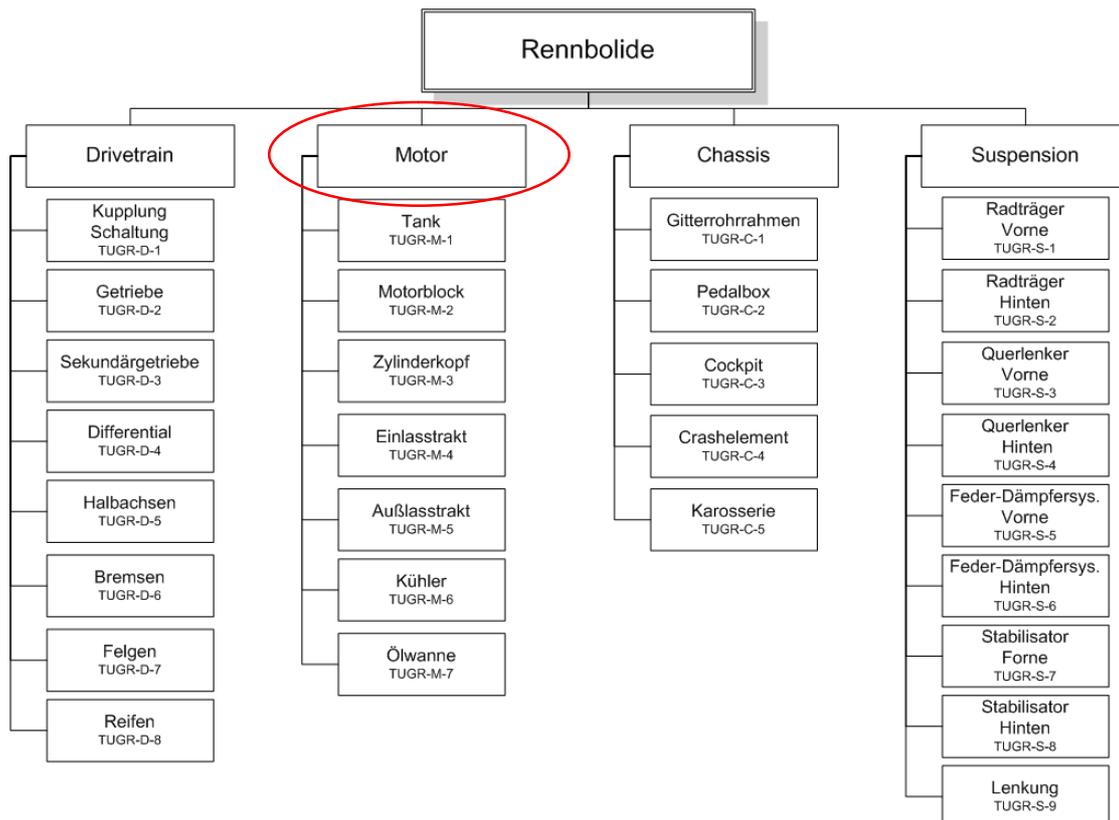


Abb. 25: Objektstrukturplan 2. Ebene, TUG Racing Team

Der in Abb. 25 gezeigte Objektstrukturplan ergibt ein kompaktes Bild des Rennboliden mit seinen Hauptkomponenten. Er lässt die Menge an Teilen zu diesem Zeitpunkt nur erahnen, wird aber vervollständigt alle Einzelteile des Fahrzeugs beinhalten. Eine tiefere Detaillierung zeigt Abb. 26.

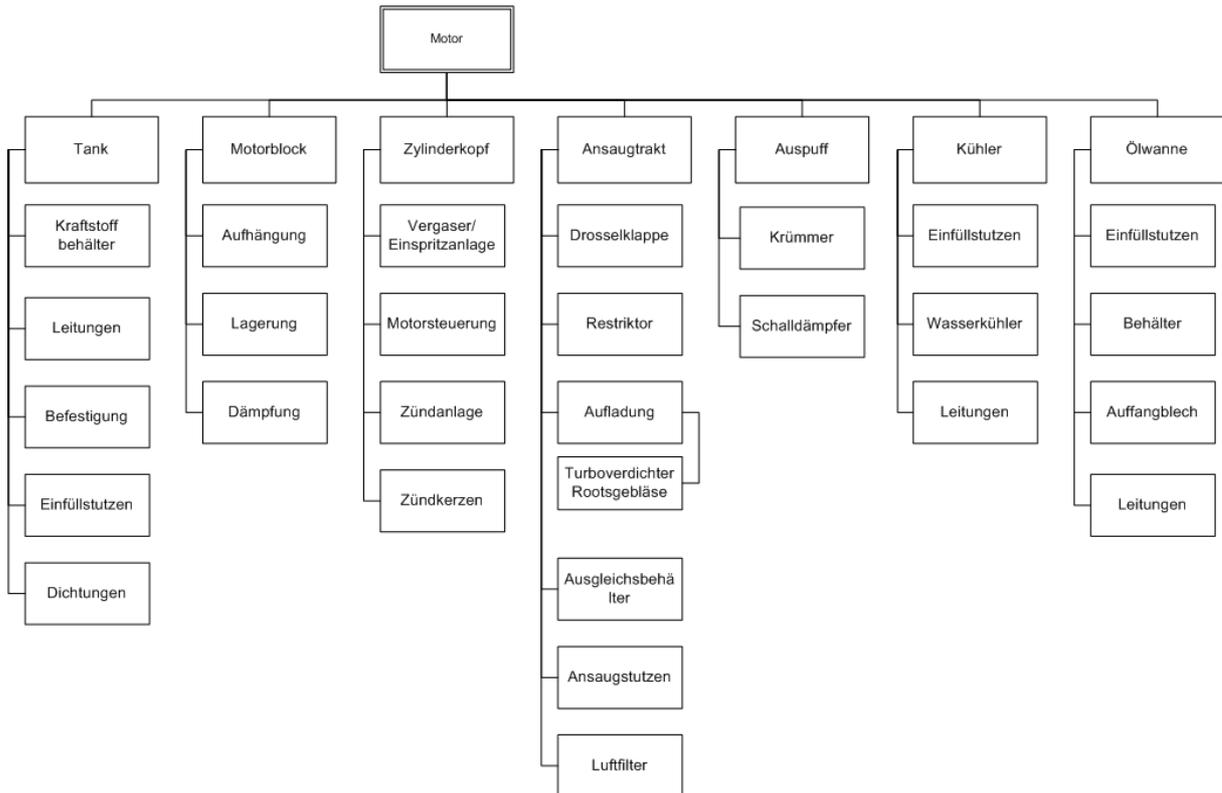


Abb. 26: Objektstrukturplan 3.Ebene, TUG Racing Team

Darstellung 26 zeigt am Beispiel Motor, die Hauptkomponenten mit allen dazu gehörenden Einzelteilen. Um einen vollständigen Objektstrukturplan zu erhalten, müssen selbstverständlich alle Bereiche des Rennbolids in dieser Art und Weise strukturiert werden.

Mit diesem Plan ist es schlussendlich möglich, eine Abschätzung der notwendigen Teile und somit auch der dadurch entstehenden Kosten durchführbar. Dies dient einerseits der Projektkostenaufstellung sowie der Fertigungsplanung.

Wie weit man diese Detaillierung vorantreibt, ob bis zur letzten Schraube oder nicht, ist immer eine Frage der Notwendigkeit aber auch der Übersichtlichkeit.

#### Persönliche Erfahrung:

Diese Pläne werden nicht von heute auf morgen vollständig erstellt. Es benötigt viel Zeit und einiges an Erkenntnissen, um diese Pläne vervollständigen zu können. Beginnend mit den zu Beginn bekannten Informationen über Zeitrahmen, Phasen und Fixterminen wird ein grober phasenorientierten PSP erstellt. Im weiteren Verlauf kommen immer mehr Details hinzu, die Schritt für Schritt den phasenorientierten PSP vervollständigen. Mit der Erstellung dieses PSP ist ein großer Schritt in Richtung Übersichtlichkeit getan. Er kann bereits in der Gründungsphase durchgeführt werden.

Um vom phasenorientierten PSP zum aufgabenorientierten PSP zu kommen, ist es vorerst notwendig zu wissen, welche Aufgaben in den einzelnen Bereichen während der jeweiligen Phasen zu erledigen sind. Diese Informationen werden an den phasenorientierten PSP hinzugefügt, der sich dadurch zum aufgabenorientierten PSP entwickelt. Wie in dem Grundgedanken des Systems Engineering „Vom Groben zum Detail“ (s. Kap. 3.9.1) beschrieben, wird mit einer groben Struktur begonnen, die im Weiteren immer mehr und mehr verfeinert wird.

Der Objektplan ist anschließend eine weitere Möglichkeit, die einzelnen Hauptkomponenten mit ihren Unterbauteilen in Verbindung einer Struktur darzustellen.

Als Projektplaner ist mit der Erstellung dieser Pläne bereits frühzeitig zu beginnen, da sie eine zielgerichtete Projektplanung ermöglichen und dadurch dem Projekt das nötige Gerüst für einen reibungslosen Ablauf bieten.

Die Erstellung dieser Pläne erfordert sehr viel Arbeit, Zeit und Wissen. Aber in der Verwendung sind sie ein hervorragendes Werkzeug, um Projekte voranzubringen und erfolgreich zu beenden. Sie sollten daher bei Projekten unbedingt verwendet werden. Denn Projekte, die derart komplex wie ein Formula Student Projekt sind, werden schnell zu unübersichtlich, um ohne Struktur erfolgreich beendet werden zu können.

Beim Aufbau eines solchen Projekts ist darauf zu achten, dass sich Geschäftsleitung und Projektleiter mit diesen Strukturen intensiv auseinander setzen. Denn erst diese Strukturpläne geben Gewissheit nichts vergessen zu haben und mit dem gesamten Projekt in Bezug auf Ablauf, Struktur und Zeitaufwand vertraut zu sein.

#### 4.2.6 Ablauf- und Terminplanung

Aufbauend auf die Kenntnis des Projektinhalts, also der Menge der zu erledigenden Teilaufgaben (Arbeitspakete), liefert die Ablauf- und Terminplanung die logische und zeitliche Anordnung der Aufgaben. Diese Arbeitspakete liefert der in Kap. 4.2.5 genauer beschriebene Projektstrukturplan.

Mit der Ablauf- und Terminplanung können terminliche Aussagen über das Projekt (Zwischen- und Endtermin, zeitlicher Rahmen) gemacht werden. Die Ablaufplanung legt die logische Anordnung der Aufgaben vom Projektstart bis zum Projektende fest und ist somit eine Vernetzung aller Aufgaben. Die Terminplanung ordnet somit der in der Ablaufplanung festgelegten Ablauffolge den Parameter Zeit zu.

Folgende elementare Bausteine umfasst ein beliebiger Ablauf<sup>32</sup>:

- *Arbeitspaket* Element des Ablaufs, das ein bestimmtes Geschehen darstellt (auch Einzelaufgaben).  
Ein Arbeitspaket ist durch seinen Anfang: „Noch nichts erledigt“ und sein Ende: „Alles Erforderliche erledigt“ begrenzt. Diese beiden Grenzen sind Ereignisse.

---

<sup>32</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.168

- *Ereignis* (Meilenstein): Sie repräsentieren einen bestimmten Zustand. (s. Kap. 3.6). Bei Vorgängen, Arbeitspaketen oder Teilprojekten können jeweils ein Startereignis, beliebige Zwischenergebnisse und ein Endereignis definiert werden.
- *Abhängigkeit*: Sie repräsentiert die Beziehung zwischen den Vorgängen. Abhängigkeiten können sich aufgrund technologischer Erfordernisse, aber auch aus organisatorischen Randbedingungen der Ressourcenverfügbarkeit ergeben. Damit besitzt ein Vorgang einen oder mehrere Vorgänger und einen oder mehrere Nachfolger.

Da auch in der Ablauf- und Terminplanung eine visuelle Übersicht der Informationen ein leichter verständliches und überschaubares Bild liefert, wollen wir hierfür verschiedene Möglichkeiten anführen.

#### 4.2.6.1 Der Balkenplan

Eine vielverwendete Methode, um einen guten Überblick über alle Vorgängen zu bekommen, ist der Balkenplan (s. Abb. 27 und Abb. 28). Er hat den Zweck, die Aufgaben und Termine in graphischer Form darzustellen und die einzelnen Abhängigkeiten der Vorgänge zu zeigen. Aus dem Balkenplan sind die terminliche Lage sowie die Dauer der Arbeitspakete und deren Abhängigkeiten ersichtlich.

Die Gruppierung erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit meist (entsprechend der PSP, s. Kap. 3.4) nach Phasen, Teilprojekten und innerhalb dieser Gruppen nach dem frühesten Starttermin.

Jedem Arbeitspaket ist eine eigene Zeile zugeordnet und wird durch einen zeitproportionalen Balken dargestellt.

Die Vorgehensweise um einen solchen Balkenplan zu erstellen ist wie folgt:<sup>33</sup>

- Listung aller Aufgaben
- Abschätzung der Dauer (Durchlaufzeit, nicht Aufwand)
- Definition der Abhängigkeit zwischen den Aufgaben nach Art und Zeitwert
- Berücksichtigung von Fixterminen

Die graphische Darstellung dient der Übersichtlichkeit, diese nimmt aber stark ab, wenn die Vernetzung der Balken zu dicht wird.

---

<sup>33</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S. 173

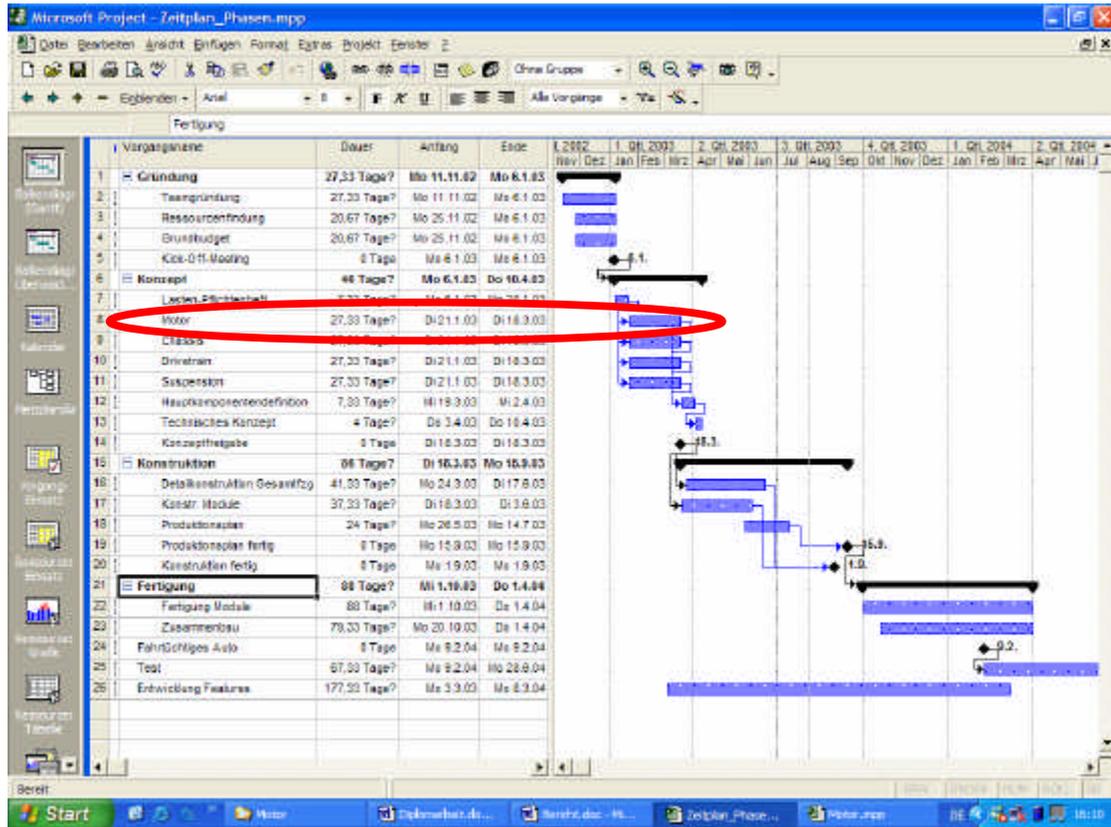


Abb. 27: Darstellung der Phasen im Balkendiagramm, TUG Racing Team

Abbildung 27 zeigt einen phasenorientierten Balkenplan. Die einzelnen Phasen werden in ihre Hauptinhalte unterteilt und diesen Inhalten wird der ihnen entsprechende Zeitbalken zugeordnet. Ferner sind die Abhängigkeiten zwischen den Abläufen durch Pfeile erkennbar. Dadurch ist es möglich Aussagen zu treffen, in welcher Reihenfolge Aufgabenpakete zu erledigen sind.

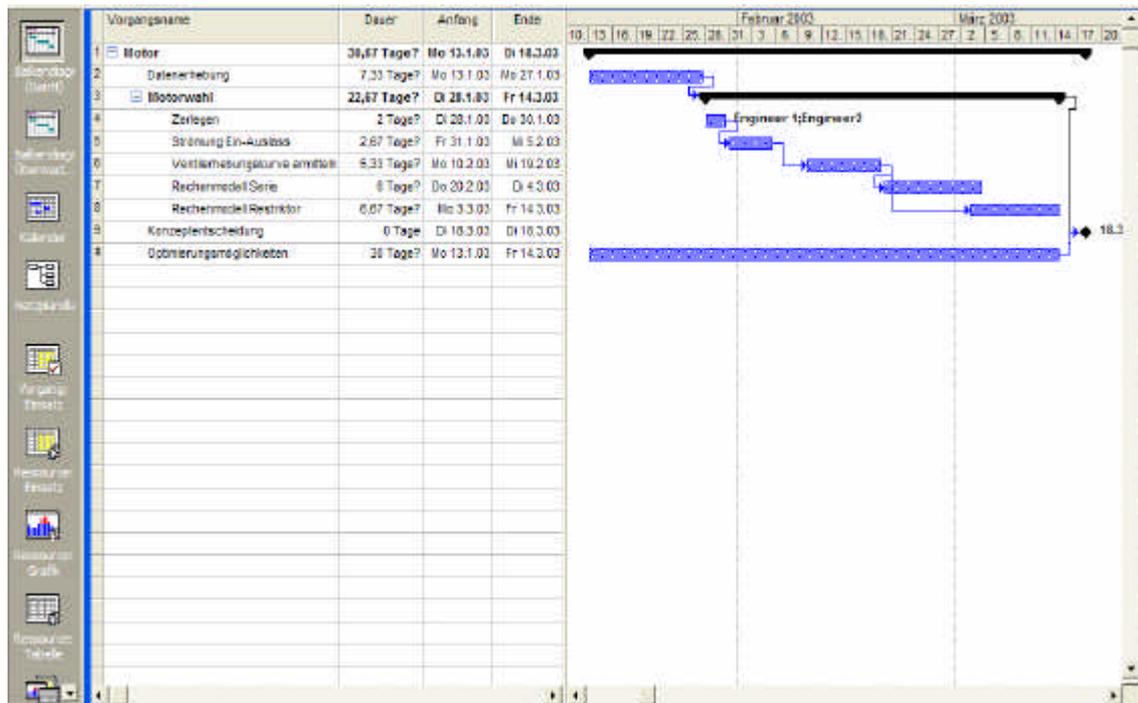


Abb. 28: Darstellung der Konzeptphase im Balkendiagramm am Beispiel Motor, TUG Racing Team

Abbildung 28 zeigt einen Bereich (Motor) herausgezoomt. Es sind die einzelnen Aufgaben aufgelistet, die in dieser Phase im Bereich Motor zu erledigen sind. Diesen Aufgaben werden Anfangstermin und Endtermin zugeordnet. Einem bestimmten Mitarbeiter werden diese Aufgabenpakete anschließend zugeteilt (Engineer 1, Engineer 2). Somit ist auf einen Blick zu erkennen was zu tun ist, wer dafür verantwortlich ist und in welcher Zeit die betreffende Aufgabe zum Abschluss kommen muss.

#### 4.2.6.2 Der Netzplan

Der Netzplan ist eine weitere Möglichkeit zur graphischen Darstellung des Projektablaufs. Dieser Zeitplan umfasst nicht nur den augenblicklichen Stand der Aufgaben. In ihm ist vor allem der Status der Zeitpuffer ersichtlich. Diese Zeitpuffer sind dann von großer Bedeutung, wenn „Murphys Law“ wieder einmal zuschlägt und eine Komponente oder Berechnung nicht zum geplanten Zeitpunkt vorhanden ist.

Der Begriff Zeitpuffer soll durch die folgende Abbildung 29 besser verständlich gemacht werden.

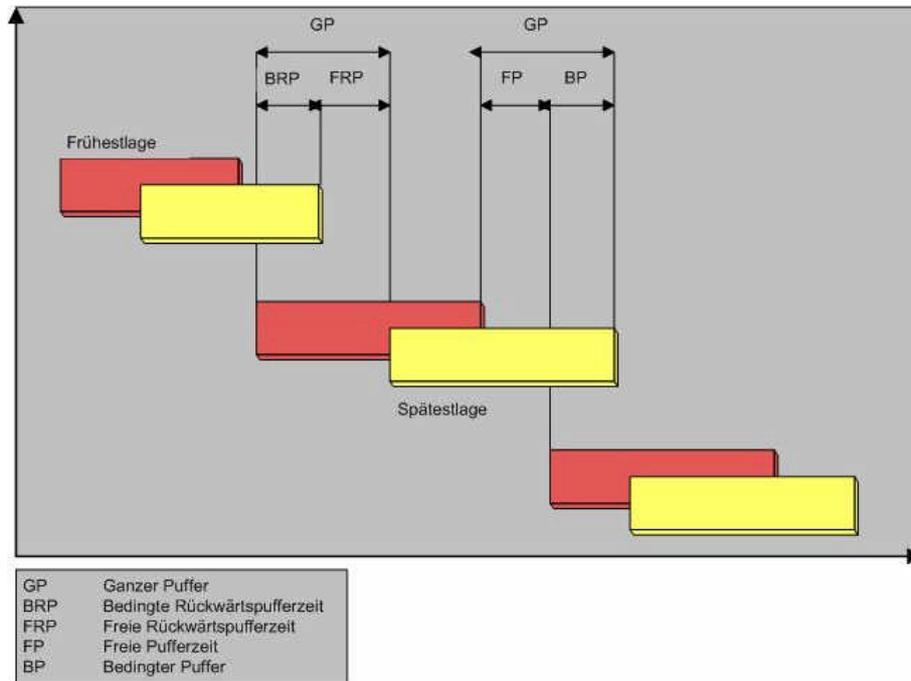


Abb. 29: Schematische Darstellung des Begriffes Zeitpuffer

Der Zeitpuffer ergibt sich folgendermaßen: Einmal wird das Projekt vom Start weg terminiert und ein weiteres Mal vom Ende weg. Die Differenz aus frühesten Anfangszeitpunkt und spätesten Anfangszeitpunkt ergibt den Puffer.

Zur Erstellung eines Netzplanes ist folgende Vorgehensweise zielführend<sup>34</sup>:

- Auflistung der Aufgaben
- Definition der logischen Abhängigkeiten
- Festlegung der jeweiligen Dauer der Aufgaben und der Fixtermine
- Durchrechnung

Der Netzplan ist zunächst ein Ablaufplan; er wird durch berechnete/eingetragene Zeitwerte zu einem Fristenplan und durch Übertragung in den Kalender zu einem Terminplan. Er hat den höchsten Informationsgehalt der Terminplanungsinstrumente, allerdings benötigt man zu seiner Darstellung auch die meisten Informationen.

In Abbildung 30 ist ein solcher Netzplan zu sehen. Durch blaue Linien sind die jeweiligen Abhängigkeiten deutlich ersichtlich, und ein abgeschlossenes Arbeitspaket eindeutig mit einem X gekennzeichnet.

<sup>34</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.174

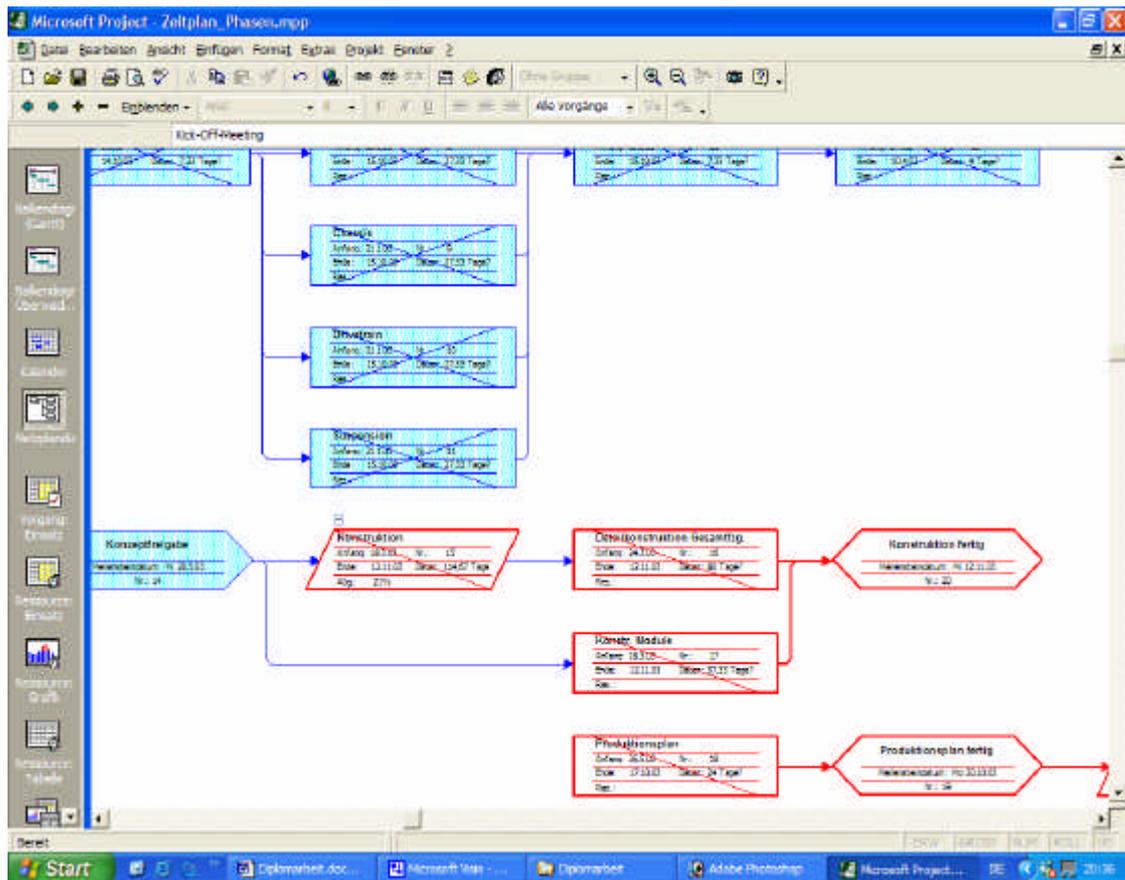


Abb. 30: Netzplan TUG Racing Team

Wie oben erwähnt entsteht der Puffer aus der Differenz aus dem frühesten Anfangszeitpunkt und spätesten Anfangszeitpunkt. Sollte diese Differenz „0“ ergeben, dann spricht man vom „Kritischen Pfad“. Dieser Pfad ist in Abbildung 30 rot dargestellt.

Der kritische Pfad weist darauf hin, dass diese Aufgabenpakete kritisch bezüglich des Endzeitpunktes sind. Und auf Grund ihrer Abhängigkeit kann durch das verspätete Ende dieser Aufgaben der weitere Verlauf des Projekts gefährdet werden bzw. in Verzug kommen.

### 4.2.6.3 Alternative Terminplanung

Eine einfachere Möglichkeit einen Überblick über den zeitlichen Ablauf zu bekommen, ist es die einzelnen Zeitbalken in ein gewöhnliches Excel Dokument einzutragen (s. Abb. 31).

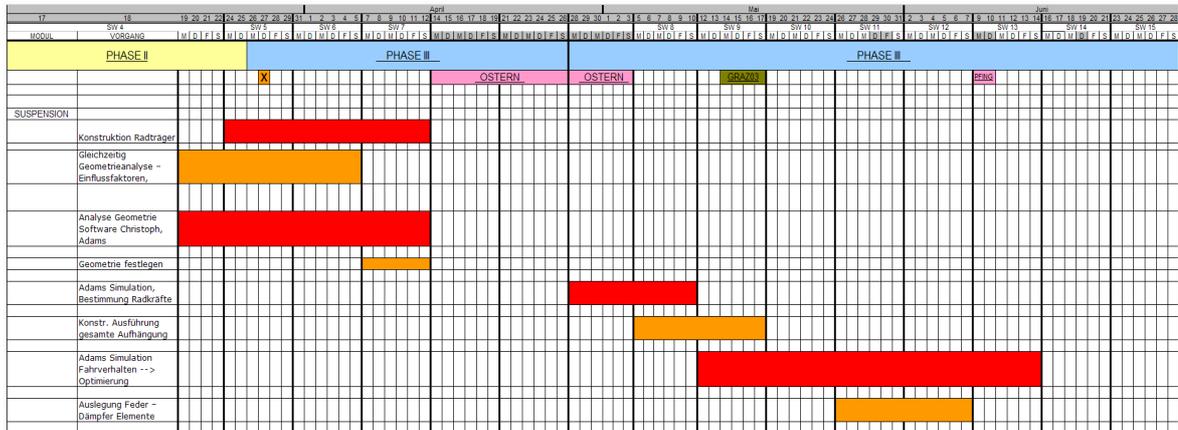


Abb. 31: Excel-Zeitplan, TUG Racing Team

Den einzelnen Aufgaben wird die festgelegte Dauer zugeordnet und in Form eines Balkens dargestellt. Diese Abbildung des Zeitplans ermöglicht allerdings nur eine Ist-Aufnahme des Projekts, und kann keine Abhängigkeiten darstellen.

Außerdem können hier dynamische Vorgänge, wie zeitliche Verzögerungen oder Leistungsfortschritte kaum dargestellt werden. Nach jeder Überprüfung des Fortschritts muss dieses Dokument immer neu erstellt werden, um Veränderungen ersichtlich zu machen. Das bedeutet einen hohen Pflegeaufwand bei Änderungen und beim Controlling.

Diese Alternative eignet sich aber gut, um zu Beginn einen groben Überblick über den zeitlichen Ablauf zu gewinnen. Dennoch sollte man sich zügig den Balkenplänen zuwenden.

#### Persönliche Erfahrung:

Die Erstellung solcher Balkenpläne erfordert viel Zeit und Motivation. Darüber hinaus wird die notwendige Information über Arbeitspakete, Zeitrahmen und Zuständigkeiten nicht immer vorhanden sein. Vor allem die Abschätzung des Zeitrahmens ist für jemanden, der noch nie ein Auto entwickelt und gebaut hat, wie es bei den meisten Mitgliedern wohl der Fall sein wird, sehr schwierig. Mit der Zeit kommt allerdings, vor allem durch Diskussionen mit Professoren oder Firmen, ein grober Balkenplan zustande, der immer weiter entwickelt wird.

Wichtig sind die Balkenpläne nicht nur für die Übersichtlichkeit und die Überwachung des Projektfortschritts, sondern, wie die Erfahrung zeigt, besonders für das Team selbst. Diese Art der Planung bietet jedem Teammitglied eine Vorstellung welchen Aufwand die jeweiligen Aufgaben beinhalten. Das verhindert zusätzlich die Selbstüberschätzung in Bezug auf Zeit und Können.

#### 4.2.7 Zusammenfassung Projektplanung

In diesem Kapitel stellen wir die Projektplanung mit Hilfe der SE-Vorgehensweise anhand des praktischen Beispiels des TUG Racing Team dar. Wir erklärten die Notwendigkeit und den Nutzen des Prinzips der Phasengliederung und die Bedeutung der Bestimmung von Meilensteinen wurde erwähnt. Auch wurden die unterschiedlichen Inhalte und Ziele der einzelnen Phasen beschrieben und alles in der Gesamtplanung zusammengefasst (s. Abb. 22).

Um von der groben Zeiteinteilung in den Bereich der einzelnen Aufgabenpakete zu kommen, beschrieben wir das Werkzeug der Projektstrukturpläne, die auf verschiedene Arten erstellt werden können.

Darauf aufbauend führten wir die Planung mit Hilfe von Balkenplänen an. Durch diese Planung können wir genau abgesteckte Arbeitspakete einem bestimmten Projektmitglied zur Erledigung übertragen. Für die Übersichtlichkeit zeigten wir die Notwendigkeit von Balkenplänen, aus denen alle relevanten Informationen ersichtlich sind.

##### Persönliche Erfahrungen:

Die Projektplanung ist ein sehr wichtiger Bereich des Projektmanagements, sie hilft Projekte schnell und mit geringen Kosten durchzuführen. Wie wir gesehen haben bietet die Projektplanung die Basis für die spätere Überwachung und Steuerung des Projektfortschrittes.

Damit ein Plan auch praktisch umgesetzt werden kann, ist es notwendig, die Mitglieder eines Projekts von der Planung zu informieren. Es hat einen effizienten Arbeitsablauf zur Folge, wenn die einzelnen Teammitglieder nicht nur über ihre eigenen Aufgaben Bescheid wissen, sondern auch Informationen über den restlichen Zeitplan bekommen. Dieser Einblick fördert die Zusammenarbeit innerhalb des Teams und gibt jedem einzelnen das Gefühl viel Information über das Projekt zu bekommen. Und das ist auch notwendig, da eine Geheimniskrämerei nur Konflikte und Unzufriedenheit heraufbeschwört.

Nach unserer Erfahrung geht es zu Beginn solcher Projekte meist recht unorganisiert und chaotisch zu. Die Ursachen liegen hier in der fehlenden Projektplanung und Projektorganisation. Fehlende Definition der unterschiedlichen Rollen und die somit nicht vorhandene Verteilung von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen sind die Hauptgründe weswegen ein Projekt bereits zu Beginn in Verzug kommt. Die häufige Annahme, einzig und allein die Projektleitung ist für Entscheidungen und Weisungen zuständig, bringt diese in eine äußerst mühselige Lage. Meist ist dann die Projektleitung Planer, Controller, und Kostmanager in einer Person. Darüber hinaus ist er auch für das Teamklima verantwortlich und hat Unstimmigkeiten innerhalb des Teams vorbildlich zu lösen.

Diese Arbeit wurde geschrieben um eben diesem Chaos zu entgehen. Sie soll dazu animieren solch ein Projekt gut strukturiert und geplant anzugehen, damit diese Art von Problemen erst gar nicht auftaucht. Hier ist es wichtig gute Vorarbeit zu leisten. Es erscheint sinnvoller den Projektstart etwas nach hinten zu verschieben und dafür aber eine strukturierte Planung vorlegen zu können.

Die Projektplanung ist einer der wichtigen Eckpfeiler des Projektmanagements. Ein weiterer ist die Projektorganisation. Unsere Projektgruppe –Team – besitzt, sowie jeder Betrieb, eine interne Hierarchie (Struktur). Im nächsten Kapitel wollen wir unsere Teamstruktur erklären und die einzelnen Rollen mit den damit verbundenen Kompetenzen und Verantwortungen beschreiben. Darüber hinaus behandeln wir noch das Thema der teaminternen Kommunikation.

## 4.3 Projektorganisation

### 4.3.1 Rollenverteilung

Unter einer Rolle wird die Summe der Erwartungen verstanden, die an den Inhaber einer Position gerichtet werden. Sie stellt somit keinen Menschen, sondern einen oder eine Gruppe von Positionsinhabern dar. Und wie in einem Drehbuch werden die Handlungen des Rollenträgers definiert.

Dies ermöglicht eine sichere Vorhersage des Verhaltens des Positionsinhabers in typischen Situationen. Deshalb werden auch mit Hilfe von Rollen vor allem personenunabhängige Erwartungen und Handlungen festgelegt.

Das bedeutet aber nicht, dass die individuelle Persönlichkeit verloren geht, sondern nur, dass die zugrundeliegenden Erwartungsstrukturen im jeweiligen Kontext standardisierbar sind. Die konkrete Ausfüllung der Rolle in einer speziellen Situation wird darauf aufbauend allerdings sehr stark von der individuellen Charaktereigenschaft der Person bestimmt werden<sup>35</sup>.

Der Begriff „Rolle“ wird im Rahmen von Projekten sehr vielfältig verwendet. Auf der einen Seite gibt es die formalen Rollen, wie Projektleiter, Projektauftraggeber, Projektmitglied, Steuerungsausschuss, etc., Diese Positionen sind in einem Projekt explizit und somit auch formal an eine oder mehrere Personen zugeordnet.

Im Unterschied dazu werden häufig auch Eigenschaften und Verhaltensweisen, die typisch für Projekte oder Teams sind, als Rollen definiert. Es ist von großer Bedeutung diese zu erkennen und in dieser Form optional für die Zielerfüllung zu nutzen und dementsprechend zu deklarieren. Zu ihnen zählen unter anderem der Administrator, der Costmanager oder Medienbeauftragte.

Im Anhang D finden sich die Rollenbeschreibungen für

- Geschäftsleitung
- Projektleiter und
- Projektcontroller

---

<sup>35</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.102f

Für ein Formula Student Team sind die unterschiedlichen Rollen den eben beschriebenen sehr ähnlich, ja teilweise sogar identisch, wenn auch die Bezeichnungen verschieden sind.

Die Rollen, Gremien und Instanzen in unserem Projekt

Zunächst ist die Rolle der Geschäftsleitung (Management) zu nennen. Sie hat folgende Funktionen:

- Die Formulierung des Projektauftrags
- Erstellung der Gesamtplanung
- Die Überwachung des Projektablaufs hinsichtlich Inhalt, Termine und Kosten
- Aufbau der Teamorganisation
- Die Verankerung des Projekts nach außen
- Als Anlaufstelle bei Konzeptentscheidungen dienen

Mit der Rolle des Projektleiters sind bei uns die einzelnen Modulleiter betraut. Ihre Aufgabe ist es für die Erreichung der modulspezifischen Ziele im geplanten Zeit- und Kostenrahmen. Sie sind ferner direkt für das Arbeitsklima in den jeweiligen Modulen verantwortlich.

Die Rolle des Projektmitarbeiters nehmen bei uns die Modulmitarbeiter wahr. Sie machen die eigentliche Arbeit im Sinne der Informationsbeschaffung, Konzepterarbeitung und Realisierung der Projektpläne.

Mit diesen Rollen haben wir auch bereits unsere Gremien und Instanzen definiert. Weitere projektspezifische Rollen sind

- der Projektcontroller, der zur Unterstützung des Managements die Kontrolle der terminlichen Planung verantwortet und
- der Costmanager, der für die finanziellen Angelegenheiten im Team verantwortlich ist.

Bei der Vergabe von Rollen ist immer darauf zu achten, dass auch ein Stellvertreter mit dieser Rolle betraut wird, der alle notwendigen Informationen und die erforderliche Kompetenz besitzt, um im Notfall die Aufgaben dieser Rolle zu übernehmen.

### 4.3.2 Teamstruktur

Wie im Kapitel 3.8 angeführt, kann ein Projekt auf drei verschiedene Arten organisiert sein. Wir entschieden uns für die „Reine Projektorganisation“ (s. Kap. 3.8.2). Die Gründe dafür sind wie folgt.

Die „Reine Projektorganisation“ ermöglicht:

- Rasche und klare Entscheidungen → geringe Reaktionszeit
- eine eigenständige Führung
- die Verteilung vieler Kompetenzen
- ein intensives Zugehörigkeitsgefühl innerhalb des Teams

Für uns war es wichtig, dass wir unser „eigener Herr“ sind und unsere eigenen Ideen und Vorstellungen verwirklichen können. Das ist nur dann möglich, wenn wir alleine die Verantwortung und Führung über das Projekt besitzen. Nur so können wir es schaffen in so kurzer Zeit ein Rennauto zu entwickeln und zu bauen.

Unsere Teamstruktur (Abb. 32) umfasst mehrere Abteilungen, die sogenannten Module. Diese Module sind mit den Elementen eines Systems vergleichbar, und hängen durch unterschiedlichste Beziehungen von einander ab. Die einzelnen Module können innerhalb dieses großen Projekts „Formula Student“ wieder als Projekte verstanden werden.

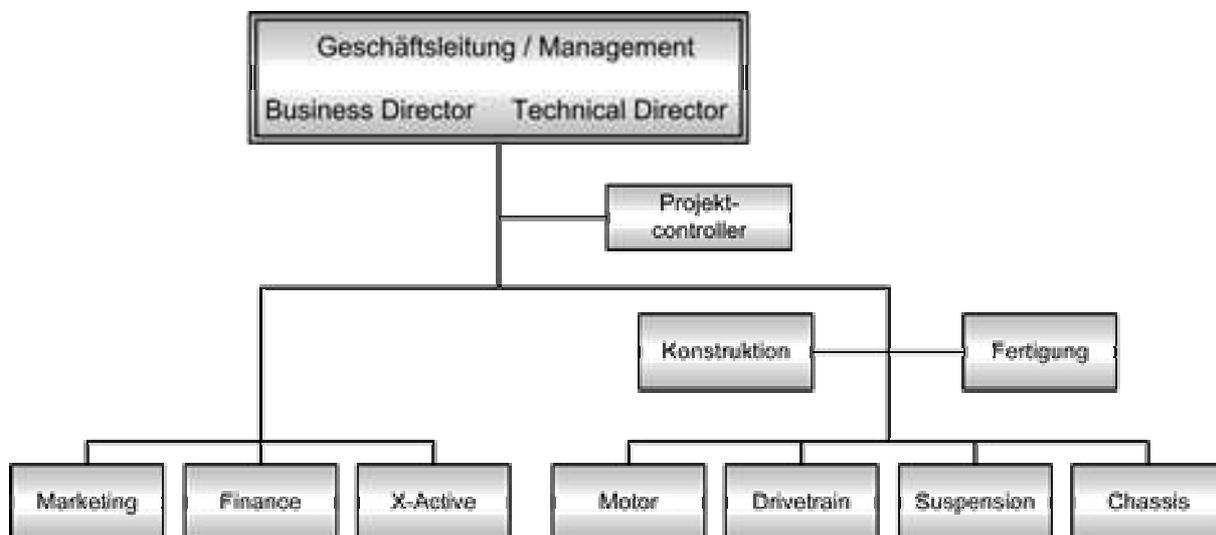


Abb. 32: Teamstruktur, TUG Racing Team

An der Spitze unserer Teamstruktur steht die Geschäftsleitung, auch Management genannt. Sie wird vom Technical Director und vom Business Director gebildet. Hierarchisch darunter sitzt die Stabstelle des Projektcontrollings. Stabstellen besitzen keine direkte Entscheidungs- und Weisungsbefugnis. Stäbe sind im weitesten Sinne Stellen, die Serviceaufgaben für mehrere Abteilungen bzw. Instanzen oder Service- und Hilfsaufgaben für lediglich eine Instanz erbringen und dafür zuständig sind.

Natürlich benötigen sie dazu aber die Anordnungsbefugnis für die unter ihrer Leitung arbeitenden Module.

Unsere Teamstruktur teilt sich hier in einen wirtschaftlichen und einen technischen Teil auf. Der technische Teil befasst sich mit der gesamten Fahrzeugentwicklung. Er wird vom technischen Direktor geleitet, der für einen termin- und kostengerechten Ablauf in den Modulen Motor, Drivetrain, Suspension und Chassis und den Stabstellen Fertigung und Konstruktion verantwortlich ist.

Der wirtschaftliche Teil beschäftigt sich mit der Verwaltung der Finanzen im Team, mit der Beschaffung von jeglicher Art der Unterstützung für das Projekt und mit der Öffentlichkeitsarbeit, also den Public Relations. Diese Bereiche werden von den Modulen Marketing (Sponsoring, Public Relations), Finance und X-Active abgedeckt. Das Modul X-Active ist für die Teamaktivitäten zuständig, wie z.B. die Organisation eines Stammtisches oder einer Exkursion zu einem anderen Team. Verantwortlich für den wirtschaftlichen Teil ist der Business Director.

### 4.3.3 Teamführung, Teamkultur

Nicht nur die Organisation und die Struktur eines Teams sind wichtig. Auch die Führung und die dadurch entstehende Teamkultur sind ausschlaggebend für den Erfolg eines Projekts.

Ein Team besitzt eine eigenständige Kultur und ist an speziellen Erscheinungsformen zu erkennen:

- Ein eigener Projektraum, der auch als Informationszentrale für die Außenwelt gedacht ist.
- Die Sprache ist durch innere Codes geprägt (Metaphern, Spitznamen, Vornamen) Das Projekt besitzt ein eigenes Logo, eigene Farbsymbolik, vielleicht Aufkleber, und eine eigene Teamkleidung.
- Organisatorische Spielregeln, wie Entscheidungsberechtigungen, Arbeitszeiten, und Rituale betreffend Besprechungen und Meetings. Zeremonien für Projektabschnitte oder außergewöhnliche Leistungen einzelner Projektmitglieder entstehen.
- Die Episoden und Anekdoten rund um das Projekt werden ausgeschmückt, dokumentiert (Projektvideo, Fotosammlung, Logbuch) und der Außenwelt mitgeteilt. Erlebnisse der Projektmitglieder machen die Runde und spiegeln Stolz und Pioniergeist wider. Projektwitze geben die permanente Bedrohung in Form des Projektrisikos wieder.

Die Teamkultur kann nicht von heute auf morgen entstehen, sie muss sich entwickeln. Der jeweilige Führungsstil des Projektleiters beeinflusst diese Kultur in hohem Maß. Erfahrungen haben gezeigt, dass ein erfolgreicher Führungsstil die folgenden Merkmale aufweist.

Die Gruppenmitglieder werden an den Entscheidungen über Inhalt und Prozess beteiligt. Die Rollenträger sind auf die Zusammenarbeit aller angewiesen, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Voraussetzung ist dabei die Kommunikation in der Gruppe, vor allem zwischen Gruppenleitern und Mitgliedern, um Ziele und gesetzte Maßnahmen zu durchschauen.

Charakteristisch für diese Art von Führungsstil sind die Beteiligung des Teams an der Zielfestlegung und Prozessgestaltung, aber auch die Delegation von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung und die Transparenz bei Entscheidungen und Maßnahmen (Erläuterung von Führungsmaßnahmen, persönlicher Kontakt). Diese Art von Führungsstil wird Management by Objectives (Führung durch Ziele) bezeichnet und auch wir konnten damit gute Erfolge erzielen.

#### **4.3.4 Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen**

Bis zum fertiggestellten Fahrzeug sind viele Aufgaben zu erledigen. Diese Aufgaben werden, wie bereits erwähnt, einzelnen Teammitgliedern zugeteilt, die so die Verantwortung für eine termin- und kostengerechte Erledigung haben. Die Zuteilung dieser Aufgaben hängt stark von den individuellen Kompetenzen der Teammitglieder ab. Bei der Auswahl der Mitglieder ist deshalb darauf zu achten, dass die jeweiligen Interessen und notwendigen Qualitäten für den Erfolg des Projekts im Team vorhanden sind. Die individuelle Kompetenz betreffend unterscheiden wir zwischen Fach-, Sozial-, und Entscheidungskompetenz.

Die Fachkompetenz bezieht sich auf fachliches Know-how und auf Berufserfahrungen. Die Sozialkompetenz umfasst die Fähigkeit zum Führen, zum Aufbau eines positiven Kontakts zu wichtigen Personen im Projektzusammenhang und die Begabung Motivation in ein Team zu bringen. Unter der Entscheidungskompetenz versteht man die Eigenschaft Entscheidungen treffen zu können und die Verfügungsmacht über Zeit, Geld und Infrastruktur zu haben.

Tabelle 4 zeigt eine Möglichkeit, wie Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen im Zusammenhang übersichtlich dargestellt werden können.

Phase / Aktivität	Geschäftsleitung	Direktor	Projektleiter	Projektmitarbeiter	Fertigung	Konstruktion	Finance	Controller	Spezialist	Professor	Kolleg
1	Projektdefinition	■									
	Recruiting	■									
	Kontakt Universität	■									
	Reasourcenfindung	■									
	Grundbudget	■									
	Projektpläne	■								ⓑ	
Kick-Off Meeting	■										
2	Richtigkeit	○	○/□	■	○	○	○			ⓑ	
	Lastenheft	○	○/□	■	○	○	○			ⓑ	
	Zeichnen	■/□	○	○	○	○	○		○	ⓑ	
	Datenerhebung	■	○	○	○	○		○	○	ⓑ	
	Definition der Schnittstellen		■	○	○	○				ⓑ	
	Aufbau Controlling	○/□	○	○	○	○		○	■		
3	Definition Hauptkomponenten		■	○	○	○					
	Konzeptfreigabe	△									
	Konstruktion Module			○	○	○	■			ⓑ	
	Kostenaufstellung	○/□				○		■	○		
	Fertigungsanforderungen festlegen		○	○	○	○	■			ⓑ	
4	Präsentation Design	■	○	○	○	○					○
	Gesamtkonstruktion		○/□	○	○	○	■			ⓑ	
	Fertigungsfreigabe	△									
	Fertigung		○/□	○	○	○	■			ⓑ	
5	Einkauf	□		○	○	○		○			
	Zusammenbau		□	○	○	○	■				
	Testgenehmigung Roll Out	△									
6	Test		■	○	○	○	○	○		ⓑ	
	Organisation Testgelände	■	○	○	○	○					○
7	Fahrausbildung	○	■							ⓑ	
	Event		■	○	○	○					○
	Transport		■	○	○	○					○
Unterkunft, Flug		■	○	○	○					○	

■	Verantwortung
○	Mitwirkung
△	Genehmigung
□	Kontrolle
ⓑ	Beratung

Tab 4: Zusammenhang von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen, TUG Racing Team

Auf die individuellen Kompetenzen aufbauend bezieht Tabelle 4 die Aufgaben auf die Rollen und verbindet damit die jeweiligen Funktionen, wie Verantwortung, Mitwirkung, Genehmigung, etc. Die so entstandene Tabelle ist eine Übersicht über die Funktionen, Kompetenzen und deren Bezug auf die einzelnen Rollen. Für die Definition der Hauptkomponenten z.B. ist die Rolle des Direktors verantwortlich, Modulleiter und Modulmitarbeiter haben eine mitwirkende Funktion.

**Persönliche Erfahrung:**

Die Verteilung der Aufgaben auf die einzelnen Personen bzw. Rollen auf Grund ihrer Kompetenz ist wichtig für den weiteren Projektverlauf und soll bereits zu Beginn des Projekts durchgeführt werden. Dadurch können strukturierte Planungs-, Verantwortungs- und Entscheidungsprozesse erstellt werden.

### 4.3.5 Kommunikation und Information

Wie nun die Zusammenarbeit in den Gruppen und im gesamten Team praktisch vor sich geht, wie die Kommunikation und das Informationssystem aufgebaut sind, wollen wir hier in diesem Abschnitt näher beleuchten.

#### 4.3.5.1 Das Kommunikations- und Informationssystem des Teams

Unter einem Informationssystem versteht man alle Aktivitäten und Instrumente, die dem Austausch von projektrelevanten Daten und dadurch der Zusammenarbeit zwischen allen am Projekt beteiligten Personen dienen. In Bezug auf unser Formula Student Projekt umfasst die Kommunikation somit auch die Verbindung zu unseren Sponsoren. Nicht nur der erste Kontakt und die Diskussion über mögliche Sponsorübereinkommen sind hier gemeint, sondern auch die Sponsorbetreuung. Damit soll eine regelmäßige Information über das Projekt für die Sponsoren gewährleistet werden. Die Gestaltung eines effizienten Informationssystems wird mit Zunahme der Komplexität des Projektes zum kritischen Erfolgsfaktor.

Häufig auftretende Probleme in der Praxis sind:

- Projektmitglieder reden aneinander vorbei, weil sie unter gleichen Begriffen Verschiedenes verstehen und Situationen unterschiedlich interpretieren.
- Projektleiter oder einzelne Projektmitglieder treffen Entscheidungen ohne sie mit den betroffenen Personen abgesprochen zu haben oder diese davon informiert zu haben.
- Aufgrund mangelnder Information über den aktuellen Projektstatus oder weiterführenden Strategien sind die Beteiligten verunsichert und verfolgen selbstdefinierte Ziele.
- Alle im Projekt Beteiligten werden mit den gleichen umfangreichen Informationen überschüttet. Für den Einzelnen ist es dann fast unmöglich, die für ihn relevanten Informationen herauszufinden.

Um diesen Problemen zu entgehen und ihren Ursachen entgegenzuwirken, zielt ein projektbezogenes Informationssystem auf die folgenden Punkte ab.

- Sicherstellung durch bewusste Planung, dass alle am Projekt Beteiligten die Informationen, die für ihre Arbeit notwendig sind in entsprechender Form und Detaillierung bekommen.
- Schaffung kurzer und direkter Informationswege und Kommunikationskanäle.
- Austausch der Informationen unabhängig der Stammstruktur direkt mit den Betroffenen.
- Übersichtlicher Zugang zu allen Projektinformationen

Ein Projektinformationssystem besteht aus mündlicher Kommunikation, Berichtswesen und Dokumentation (s. Abb. 33).

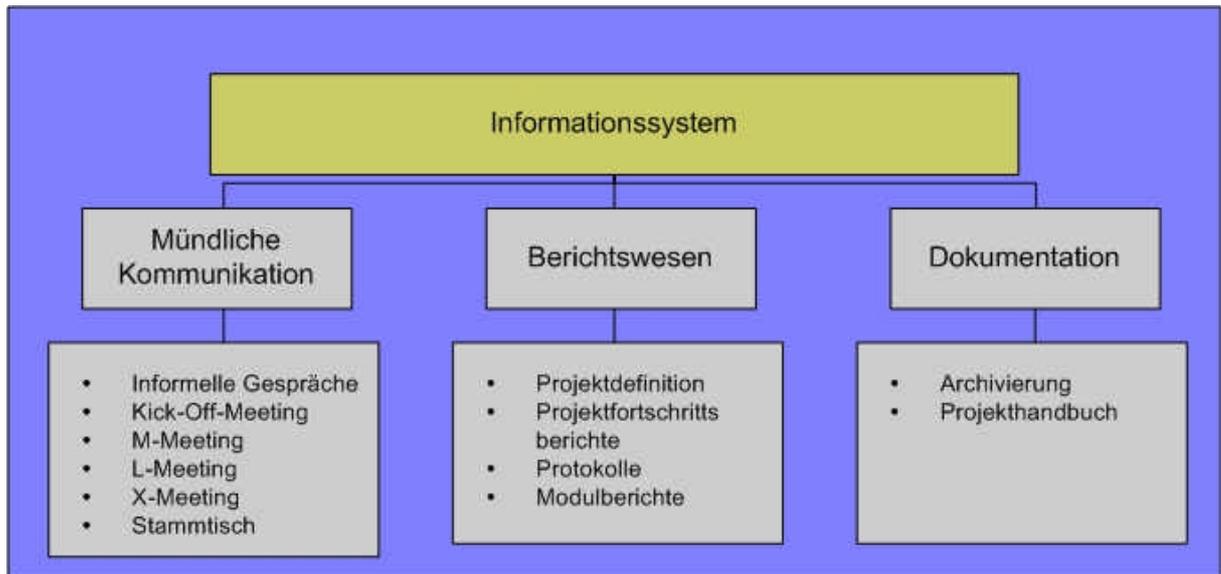


Abb. 33: Informationssystem<sup>36</sup>

Diese drei Säulen bilden zusammen das Informationssystem. Der Bereich Berichtswesen und Dokumentation wird noch im Kapitel Dokumentation (s. Kap. 4.5) behandelt. Zur mündlichen Kommunikation sollen an dieser Stelle noch grundsätzliche Gedanken angeführt werden.

Eine korrekte mündliche Kommunikation ist speziell in einem eng zusammenarbeitenden Team von Bedeutung. Um Konflikten zu entgehen, ist v.a. zu Beginn eines Projekts, wenn noch sehr viele unterschiedliche Ziele, Interessen und Unsicherheiten über Art und Weise der Zusammenarbeit vorherrschen, wichtig, sich die folgenden Punkte immer wieder in Erinnerung zu rufen.

- Es kommt nicht darauf an, was jemand gesagt hat oder wie er es gemeint hat, sondern wie es verstanden wird
- Gesagt ist noch nicht gehört
- Gehört ist noch nicht verstanden
- Verstanden ist noch nicht einverstanden
- Einverstanden ist noch nicht getan
- Getan ist noch nicht selbstverständlich

Damit soll verdeutlicht werden, dass es bei Kontakt mit einem Gesprächspartner immer darauf ankommt, mit welcher Gestik, Tonlage, etc. Gesprochenes vermittelt wird. Bei Diskussionen sollte daher darauf geachtet werden, dem Gesprächspartner in einer freundlichen und nicht abwertenden Art und Weise Standpunkte zu verdeutlichen.

<sup>36</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.257

Missverständnissen und vermeintlich rüpelhaftem Benehmen kann so entgegen-gesteuert werden!

Persönliche Erfahrungen:

Die Kraft der Kommunikation innerhalb des Teams darf nicht unterschätzt werden. „Reden bringt die Leute zusammen“, und so ist es auch im Team. Durch die Diskussion über verschiedene Themen ist es möglich Probleme von anderen Seiten zu betrachten, und so den Lösungshorizont zu erweitern. Dies führt nicht nur zu besseren Lösungen, „darüber reden“ hat auch eine bessere Sicht der Dinge zur Folge.

In Teams wird fast immer zu wenig Information weitergegeben. Es werden Entscheidungen nicht dokumentiert und Erkenntnisse nicht dem Team mitgeteilt. Dabei geht es hierbei gar nicht so sehr um projektentscheidende Fragen, sondern vielmehr um die Weitergabe der vielen projektrelevanten Informationen, die sich in kurzer Zeit innerhalb der einzelnen Module anhäufen. Diese Informationen müssen allen Mitgliedern mitgeteilt werden. Die Studierenden arbeiten freiwillig viele Stunden an diesem Projekt und wollen in diesem Team ihren Wissenshorizont erweitern. Es steht ihnen deshalb zu, alle wissenswerten mit dem Projekt in Verbindung stehenden Informationen zu bekommen. Nichts vertreibt Leute schneller als wenn sie ignoriert werden. Außerdem ist es für den Fortschritt des Projekts nur von Vorteil, wenn alle Mitglieder so viel wie möglich über die einzelnen Teilbereiche wissen, nicht nur um ein besseres Verständnis für die Sache an sich zu bekommen, sondern auch um das Team nach außen gut vertreten zu können.

#### 4.3.5.2 Meetings

Meetings haben das Ziel Informationen auszutauschen und Problemlösungen zu bearbeiten bzw. zu besprechen. In weiterer Folge wollen wir drei Arten von Meetings genauer betrachten.

##### 1. Modulmeeting (M-Meeting)

Diese Meetings finden in jedem Modul einmal in der Woche statt. Der Inhalt ist folgender:

- a. Den Fortschritt von modulspezifischen Aufgaben in Hinsicht auf Zeit, Kosten und Ressourcen zu besprechen.
- b. Die Verantwortung neuer Aufgaben den Modulmitgliedern zu übergeben.
- c. Neue Informationen zu bewerten und zu dokumentieren
- d. Problemlösungen zu bearbeiten

## 2. Modulleitermeeting (L-Meeting)

Diese Meetings finden ebenfalls einmal in der Woche statt. Hier treffen sich alle Modulleiter, Direktoren und alle Stabstellen. Der Inhalt der L-Meetings ist wie folgt:

- a. Kompakte Zusammenfassung der Neuigkeiten der Module und Stabstellen.
- b. Besprechung von
  - i. organisatorischen Belangen
  - ii. teamspezifischen Belangen
  - iii. Planungsänderungen, Terminplanung
  - iv. Steuerungsmaßnahmen bei Planungsabweichungen
  - v. Formula Student betreffende Anliegen

## 3. X-Meeting

Diese Meetings finden einmal im Monat statt. Hier trifft sich das ganze Team. Inhalt:

- a. Kompakte Berichterstattung über die Neuigkeiten der Module im letzten Monat
- b. Informationen über die kommende Planung und Veranstaltungen, wie Präsentationen oder Roll Out
- c. Informationen über den Formula Student Event
- d. Besprechung teaminterner Belange
- e. Allgemeine Diskussionsmöglichkeit

### Persönliche Erfahrung:

L- und M-Meetings sind arbeitsintensive Meetings, da hier hauptsächlich hart an Problemlösungen gearbeitet wird. Diese Meetings sind primär produktive Meetings. X-Meetings präsentieren die Ergebnisse der einzelnen Module und vermitteln somit dem Team den aktuellen Stand des Projekts. Diese Meetings sind primär informative Meetings.

Meetings sind die zentrale Kommunikationsstelle des Teams. Nirgendwo sonst werden Informationen schneller und effektiver weitergegeben oder auch produziert. Diese Meetings sind wichtig für den Zusammenhalt des Teams. Nur Zusammen ist es möglich die große Herausforderung anzunehmen und in zwei Jahren ein Auto zu bauen. Der starke gegenseitige Austausch an Meinungen, Informationen und Daten ist daher einer der Erfolgsfaktoren dieses Projekts. Dieser Austausch ist durch die Meetings gewährleistet!

### 4.3.6 Aufgabenverteilung in den einzelnen Phasen

Dieser Abschnitt der Projektorganisation umfasst die grundsätzlichen Aufgaben der einzelnen Teambereiche in jeder Phase. Er soll einen groben Überblick über die Fülle an Arbeit geben und die Komplexität dieses Projekts zeigen.

#### 4.3.6.1 Gründungsphase (Phase I)

Wie anfangs erwähnt ist das Ziel dieser Phase, die Voraussetzungen für ein effektives Arbeiten zu schaffen. Das bedeutet am Ende dieser Phase mit der eigentlichen Fahrzeugentwicklung beginnen zu können. Welche Voraussetzungen dafür notwendig sind, wollen wir im Folgenden erklären.

Beginnen wir mit der Projektplanung. Die Projektplanung beginnt mit dem ersten Gedanken, wie dieses Projekt überhaupt verwirklicht werden kann und welche Voraussetzungen bzw. Ressourcen dafür notwendig sind. Der erste Schritt der Planung ist, sich eingehend mit dem Thema Formula Student zu befassen. Die geschichtlichen Hintergründe zu recherchieren, Kontakt mit anderen Teams aufnehmen und vor allem das Reglement zu lesen. Erst dann lässt sich der Umfang dieses Projekts abschätzen und ein Zeitrahmen bestimmen in dem das Projekt abgeschlossen sein muss!

Dieser Zeitrahmen wird in logisch voneinander getrennte und in sich geschlossene Abschnitte unterteilt, den Phasen. Um die notwendigen Voraussetzungen und Ressourcen für dieses Projekt zu erkennen, Dafür ist die Definition der Ziele und des Inhalts der einzelnen Phasen notwendig. Das beinhaltet auch die Einbeziehung der vorgegebenen Deadlines, sowie der projektspezifischen Aufwände wie Beschaffung und Kosten von Ressourcen. Zusammen ergibt sich dadurch die schon erwähnte Projektguideline (s. Kap. 4.2.4).

Eine der notwendigen Ressourcen ist das Projektteam. Aus den Informationen des Reglements und den Überlegungen in Bezug auf die Phasenziele und -inhalte, wird eine Teamstruktur entworfen. Um diese Struktur auch mit Studierenden zu verwirklichen ist ein Recruiting notwendig.

Was ist der Sinn des Recruiting? Es soll Studierende begeistern und motivieren ein Mitglied des Teams zu werden. Primär um die leeren Positionen im Team zu füllen. In späteren Jahren ist dies aber vor allem dann erforderlich, wenn Studierende, die schon länger dabei sind aus dem Team ausscheiden und zuvor noch ihr Wissen und ihre Fähigkeiten an neue Teammitglieder weitergeben sollen.

Dafür ist es erforderlich das Projekt unter den Studierenden bekannt zu machen. Eine gut angekündigte Präsentation ist der direkteste und effizienteste Weg dies zu erreichen. Die dabei entstehende Werbewirkung ist ein positiver Nebeneffekt. Diese Präsentation soll kompakte Information über das Projekt geben und Studierende dazu bewegen sich für die Mitarbeit im Team zu interessieren.

Eine gute Idee direkten Kontakt zu den Interessenten zu bekommen, ist die Verteilung von Datenblättern (s. Anhang D). Wie bereits weiter oben erwähnt beinhalten sie neben den persönlichen Daten auch Motivation und Interessen der Studierenden.

Im Rahmen von Bewerbungsgesprächen werden diese Interessen und Motivationen noch einmal angesprochen und hinterfragt. Durch die Vielfalt der Aufgaben zählt zwar nicht nur das Können, aber die persönlichen Kompetenzen sollen für die Bewältigung der Aufgaben der freien Stellen zumindest im Ansatz vorhanden sein. Ein wichtiger Punkt im Rahmen dieses Gespräches ist das Thema Zeit. Es ist wichtig, neuen Mitgliedern realistische Erwartungen zu vermitteln. Aus Erfahrung arbeiten Teammitglieder ca. 15 Stunden pro Woche an projektspezifischen Problemlösungen.

Der Durchschnitt an Mitgliedern eines Formula Student Teams beträgt 25 Studierende, allerdings gibt es Teams mit 9 aber auch mit über 70 Mitarbeitern.

Die Universität bietet die Möglichkeit vorhandene Ressourcen, wie Räumlichkeiten, EDV-Anlagen, etc. mitzubeneutzen. Der Kontakt zur Universität wird schon so früh wie möglich aufgebaut und im Laufe des Projekts immer mehr zu einer Partnerschaft. Dadurch stehen dem Team auch die Türen zu Firmen und Unternehmen offen, zu denen die Universität Kontakte und Geschäftsbeziehungen besitzt.

Doch bevor eine Zusammenarbeit entstehen kann, muss die Universität von dem Wert dieses Projekts in Bezug auf Lehre und Ausbildung überzeugt sein. D.h. die Universität muss ein Formula Student Team an ihrer Hochschule wollen! Erst dann ist das Überleben des Projekts auf längere Zeit gesichert.

Eine Universität erklärt sich allerdings nicht aus einer Laune heraus dazu bereit, ein Projekt dieser Größe zu unterstützen. Man muss der Universität vermitteln, dass man für dieses Projekt die volle Verantwortung übernimmt und auch die notwendigen Kompetenzen für die Durchführung hat. Vor allem aber muss ihr gezeigt werden, dass man es machen will! Der einfachste und effizienteste Weg dorthin, ist der direkte Kontakt mit Professoren, deren Fachgebiet in einen der Bereiche des Projekts fällt. Je mehr Professoren über das Projekt „Formula Student“ und seine Bedeutung für die Ausbildung informiert werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit die Unterstützung der Universität zu bekommen.

Folgende Ressourcen werden bei der Durchführung eines Formula Student Teams benötigt:

- Büroraum (Office)
- Werkstatt
- Telefonanschluss
- Internet
- Druckmöglichkeiten
- Computereinheiten, Workstations, Software, Hardware
- Kopiermöglichkeiten
- Sonstige Büroausstattung: Locher, Klammern, Ordner,...
- Material jeglicher Art für die Fertigung

- Maschinen
- Werkzeug
- Finanzielle Mittel

Wichtig bei der Nutzung von Ressourcen ist es zu wissen, welcher Aufwand damit verbunden ist (Beschaffung, Kosten, Verträge,...), wie lange die Ressourcen verwendet werden dürfen und von wem.

Für die Teammitglieder beginnt in dieser Phase I die Einarbeitungsphase. Sie beinhaltet neben dem Reglementstudium auch die Informationsbeschaffung und Datenerfassung zur Lösung der kommenden Aufgabenstellungen. Fachlektüren, Internet und Professoren bieten hierfür gute Unterstützung. Nach dieser Einarbeitungsphase soll jedes Teammitglied auch über die vorhandenen Ressourcen Bescheid wissen und diese nutzen können.

Das Ziel dieser Phase ist es, die Voraussetzungen für ein effektives Arbeiten zu schaffen. Das bedeutet, dass die Ressourcen vorhanden sind, die Universität das Projekt unterstützt und das Team vollständig ist. Das Kick-Off-Meeting stellt das Ende dieser Gründungsphase dar und ist der offizielle Start zur Entwicklung des Fahrzeugs. Fehlt jedoch einer der eben erwähnten Punkte, ist die Gründungsphase nicht abgeschlossen und ein reibungsloser Ablauf nicht möglich!

#### 4.3.6.2 Konzeptionsphase (Phase II)

Der Hauptinhalt dieser Phase ist die Erstellung des Technischen Konzepts. Es beinhaltet nicht nur die Definition und Bezeichnungen der Hauptkomponenten des Fahrzeugs, die verschiedenen Aufgaben der einzelnen Module bis zur Fertigung. Es spiegelt vor allem die Teamvision wider. Unsere Vision war es, ein Fahrzeug zu entwickeln, das in erster Linie schnell, leicht und einfach im Aufbau ist. Jede Designentscheidung musste diese drei Kriterien erfüllen. Hinzu kam noch das Thema Punkte. Da wir an einem Wettbewerb teilnehmen, bei dem die Punkte nach eindeutig vorgegebenen Kriterien vergeben werden, musste auch unser Design diesen Kriterien entsprechen. Das heißt wir bauen nur Komponenten ein, die uns schneller machen, sehr einfach im Aufbau sind und mehr Punkte bringen.

Als Anfängerteam ist es daher wichtig, sich mit den Regeln und Rahmenbedingungen, aber auch mit den Bewertungskriterien vertraut zu machen. Um ein Gefühl für diese Autos zu bekommen, ist es zweckmäßig sich von anderen Teams Informationen über deren Design zu organisieren. Nicht Nachmachen ist jedoch die Devise, sondern altbewährtes in neuer Kombination zu einem noch besseren Rennfahrzeug zusammenzubauen.

In dieser Phase erstellt jedes Modul sein Pflichtenheft. Das Pflichtenheft ist die kompakte Zusammenfassung der Aufgaben und Tätigkeiten, der Ziele und Anforderungen eines jeden Moduls (s. Anhang D, Abb. 44). Es ist sozusagen der erste Grobentwurf der, für die Ablauf- und Terminplanung innerhalb der Module, notwendigen Aufgabenpakete. Pflichtenhefte sind notwendig, um einen ersten Überblick über die Menge an Aufgaben zu bekommen, um so auch die Ressourcen dementsprechend planen zu können.

Interessant sind diese Aufgabenpakete speziell dann, wenn sie Komponenten betreffen, die mit zwei oder mehreren Modulen abgestimmt werden müssen. Die von mehreren Modulen bearbeiteten Komponenten werden als Schnittstellen bezeichnet. Um Missverständnissen aus dem Weg zu gehen, müssen diese Schnittstellen fix definiert und *einem* Modul zur Verantwortung übergeben werden.

Die wichtigsten dieser Aufgaben der einzelnen Gremien und Module in der Konzeptionsphase sollen hier beschrieben werden.

### **Management**

Wie schon weiter oben erwähnt ist das Management für die gesamte Planung, Überwachung und Organisation des Projekts zuständig. In der Konzeptionsphase werden die bereits in der Gründungsphase in groben Zügen erstellten Pläne mit Hilfe des Controllers und der Moduleiter verfeinert und auf Realisierung geprüft. Im Zuge dessen werden die Projektstrukturpläne erstellt und aus diesen die erwähnten Balken- und Netzpläne entwickelt.

Wichtig für die Dokumentation ist die Erstellung der Dokumentationsrichtlinien. Das Management hat dafür zu sorgen, dass diese Richtlinien jedem Teammitglied bekannt sind und für die Dokumentation einheitliche Vorlagen für Protokolle und Berichte erstellt werden.

Der Kontakt zur Universität wird in dieser Phase gefestigt durch die Einbindung des Projekts in die Lehre. Beinahe alle Bereiche des Projekts können im Rahmen von Lehrveranstaltungen behandelt werden. Aber auch die Möglichkeit von Konstruktionsübungen oder Diplomarbeiten sind bereits in dieser Phase durchführbar. Durch diese Einbindung in die Lehre wird das Team immer mehr und mehr Bestandteil der Ausbildung an der Universität und kann so zu einem unverzichtbaren Teil der Lehre werden.

Ein äußerst wichtiger Punkt ist die Anmeldung für den Bewerb Formula Student, für den mehrere Voraussetzungen notwendig sind, wie die Anmeldung aller Mitglieder bei der SAE und der Nachweis einer Versicherung für Fahrer. Hier gilt die Regel: Wer zuerst kommt, malt zuerst! Das Teilnehmerlimit ist in England 50 Teams! Bezüglich des Events hat das Management auch für die Klärung reglementbezogener Fragen zu sorgen. Es ist wichtig, dass Unklarheiten während dieser Phase aus dem Weg geräumt werden, da bis jetzt nur das Konzept und keine detaillierten Ausführungen auf dem Tisch liegen und Änderungen zu diesem Zeitpunkt keine allzu großen Schwierigkeiten darstellen.

### **Modul Motor**

Die große Aufgabe in diesem Modul ist die Auswahl des in unser Konzept am Besten passenden Motors. Unsere Vision ist es ein leichtes, schnelles, und punktbringendes Fahrzeug zu entwickeln. Diese und noch einige mehr durch das Formula Student Reglement vorgegebene Kriterien muss der Motor schlussendlich erfüllen. Diese Kriterien müssen somit natürlich auch während der Lösungssuche berücksichtigt werden. Diese Lösungssuche als Beispiel nehmend wollen wir hier zeigen, warum der Problemlösungszyklus (s. Kap. 3.9.4) hierfür sehr gut geeignet ist.

Der Problemlösungszyklus am Beispiel der Motorwahl:

1. Situationsanalyse:

Die Ausgangssituation wird uns vom Reglement vorgegeben. Ein in der Formula Student verwendeter Motor darf nicht mehr als 610ccm haben und muss ein 4-Takt Benzinmotor sein. Um die Kraft des Motors aus Sicherheitsgründen zu drosseln, muss im Einlass ein Restriktor angebracht werden, der 20 mm im Durchmesser nicht überschreiten darf. Dadurch wird der maximale Luftdurchsatz verringert und so die Leistung reduziert. Diese Rahmenbedingungen entsprechen den sogenannten „Musszielen“, die auf jeden Fall erreicht werden müssen.

2. Zielformulierung:

Neben diesen Musszielen gibt es noch eine Reihe anderer Ziele, die es anzustreben gilt, die Sollziele. Die Erreichung dieser Ziele ist zwar für die Teilnahme nicht erforderlich, entscheidet aber über gewinnen und verlieren. Unser Ziel ist es, den durch die Rahmenbedingungen beschränkten Motor so zu optimieren, dass er eine hohe Leistung von ca. 90 PS erbringt und diese in einem nutzbaren Drehzahlband von 8000 – 12000 U/min aufweist. Weitere Ziel sind bauliche Veränderungen so weit es geht zu vermeiden, und die Möglichkeit der einfachen Beschaffung.

3. Synthese von Lösungen:

Um wirklich viele mögliche Lösungen zu erhalten, bedarf es verschiedener Kreativitätstechniken. Die bekannteste ist das Brainstorming. Hier ist die Menge der Ideen von Bedeutung, die im Hinblick auf eine konkrete Fragestellung in einer Gruppe geäußert werden sollen. Auf einer ähnlichen Grundidee beruht die Kärtchentechnik. Dabei werden die Ideen auf Kärtchen geschrieben und an einer Pinwand befestigt. Dadurch ist eine Auswertung durch Gruppierung und Umstecken der Kärtchen leichter möglich. Eine weitere Technik ist das Brainwriting. Dabei schreiben 6 Personen jeweils drei Ideen innerhalb fünf Minuten auf ein Blatt, das anschließend an die nächste Person weitergegeben wird. Angeregt durch diese Ideen soll sie weitere drei neue Ideen niederschreiben, usw. Die Charakteristik dieser Techniken liegt darin, dass Kritik und Diskussionen über die Sinnhaftigkeit und Brauchbarkeit einer Idee zunächst nicht erlaubt sind.

Welche Lösungsideen wurden nun bei unserer Motorauswahl geäußert.

- Yamaha R6 (4 Zylinder)
- Suzuki GSXR 600 (4 Zylinder)
- Kawasaki ZX6R (4 Zylinder)
- Honda CBR 600 (4 Zylinder)
- Triumph 600S (3 Zylinder)
- BMW 650i (2 Zylinder)
- KTM 525 SX (1 Zylinder)
- Smart (4 Zylinder)
- 2 Einzylindermotoren auf jeder Achse

#### 4. Analyse von Lösungen:

Um Lösungen zu analysieren, ist es notwendig sich die Zielformulierung ins Bewusstsein zu rufen. Das bedeutet, Lösungen müssen den Kriterien der Zielformulierung genügen, um im nächsten Schritt bewertet zu werden.

Eine Methode um schnell zu einer guten Analyse zu gelangen, ist folgendes Diagramm (s. Tab. 5):

Varianten	Mussziele				Sollziele					
	< 610ccm	4 Takt	Benziner	Verhalten mit Restriktor	~90PS	Drehzahlband 8000 - 12000 U/min	bauliche Veränderungen	Beschaffung	Gewicht	
Yamaha R5 (4 Zyl)	++	++	++	++	++	++	++	++	+	
Suzuki GSXR 600 (4 Zyl)	++	++	++	++	+	+	0	-	-	
Kawasaki ZX6R (4 Zylinder)	++	++	++	++	+	+	0	-	-	
Honda CBR 600 (4 Zylinder)	++	++	++	++	+	++	+	-	-	
Triumph 600S (3 Zylinder)	++	++	++	0	0	+	+	--	+	
BMW 650i (2 Zylinder)	--	++	++	0	0	-	--	0	+	
KTM 525 SX (1 Zylinder)	++	++	++	-	-	-	-	0	++	
Smart (4 Zylinder)	++	++	++	0	0	-	--	-	--	
2 Einzylindermotoren	++	++	++	-	-	-	--	0	-	

Tab 5: Analysemethode für den Motor, TUG Racing Team

Das Diagramm in Tabelle 5 ermöglicht den direkten Vergleich der Motoren untereinander und bietet somit eine gute Grundlage für die Analyse. Hinter diesem Diagramm stecken natürlich viele Berechnungen und Recherchen, sowie Computersimulationen, Strömungsuntersuchungen und intensive Diskussionen.

#### 5. Bewertung:

Aufbauend auf diese Untersuchungen ist es uns nun möglich die unterschiedlichen Motorvarianten zu bewerten. Da der BMW Motor nicht alle Mussziele erfüllte, war er von vorn herein nicht für unseren Gebrauch geeignet. Die Tests und Simulationen haben bewiesen, dass der 4 Zylinder in Punkto Leistung und nutzbares Drehzahlband dem Einzylinder doch merklich überlegen ist. Daher fallen die Möglichkeiten der Einzylindermotoren weg. Der Triumphmotor wurde auf Grund der schwierigen Beschaffung für nicht geeignet befunden. Ebenso der Smartmotor, der eine zu schwere Komponente in unserem Fahrzeug gewesen wäre. Die Möglichkeit der 2 Einzylinder auf jeder Achse wurde wegen der Schwierigkeit bei der Synchronisierung verworfen. Übrig blieben die vier 600ccm Motoren Honda, Yamaha, Suzuki, Kawasaki. Wie aus der Analyse erkennbar ist, unterscheiden sich diese vier im Bereich Leistung, Beschaffung und Gewicht.

#### 6. Entscheidung:

Die Entscheidung fiel auf den Yamahamotor. Auf Grund der höchsten Leistung, des niedrigsten Gewichts und der einfacheren Beschaffung war er für unsere Zwecke am zielführensten.

Mit diesem Beispiel soll gezeigt werden, wie der Problemlösungszyklus verwendet werden soll, und wie er funktioniert. Selbstverständlich dauert dieser Prozess unterschiedlich lange, im Falle unserer Motorwahl vergingen in dieser Zeit gute 4 Wochen, bei anderen Aufgabenstellungen benötigt dieser Prozess nur wenige Stunden. Doch ist das Prinzip immer dasselbe und es hat vor allem bei komplexeren Problemen große Vorteile, da auch weniger augenscheinliche Lösungen in Betracht gezogen werden und nicht die erste Lösung gleichzeitig die Beste ist.

### **Modul Chassis**

Das Chassis ist jener Bauteil der alle anderen Komponenten miteinander verbindet. Darüber hinaus ist er auch die Schnittstelle zwischen Mensch und Auto. Der erste Schritt ist es, den Gitterrohrrahmen zu konstruieren. Ein guter Tipp ist es, sich das Design eines erfolgreichen Teams anzuschauen und dieses nach den eigenen Ideen und Vorstellungen zu verändern. Im Zuge der Rahmenkonstruktion muss auch der zu verwendende Werkstoff bestimmt werden.

### **Modul Suspension**

Ein gutes, zuverlässiges und einfaches Konzept für die Suspension zu finden, ist nicht einfach. Grund dafür ist die große Freiheit, die das Reglement des Formula Student Bewerbs vorgibt. Es ist praktisch alles erlaubt und es sind nur wenige Einschränkungen vorhanden. Eine intensive Beschäftigung mit den für die Suspension notwendigen technischen Grundlagen, wie Sturz, Momentanpol, Wankzentrum, ist deshalb Grundvoraussetzung, um diese Aufgaben zu bewältigen. Das Ziel der Konzeptionsphase ist es daher, sich erst einmal ein Bild von der Problematik und der Aufgabenstellung machen zu können.

### **Modul Drivetrain**

Der Drivetrain dient der Übertragung des Motormoments an die Räder. In der Konzeptphase ist zu klären, auf welche Art und Weise dieser konstruktiv ausgeführt werden soll. Es ist die Art des Differentials zu bestimmen, sowie die ideale Gesamtübersetzung zu berechnen. Hinzu kommt noch die Auslegung des Sekundärgetriebes, sprich die Verbindung vom Motor zum Differential. Die Bremsen und somit die Felgendimension sind ebenfalls zu bestimmen und zu konstruieren. Es gilt herauszufinden, welche dieser Möglichkeiten unseren Zielen und Visionen am Besten entsprechen.

#### **Persönliche Erfahrungen:**

Bevor man sich an das Konzept eines solchen Rennboliden macht, sollte man sich einmal im Klaren sein, was man unter dem Begriff Rennwagen versteht. Diese Frage mag lächerlich klingen, aber es ist überraschend wie viel verschiedene Antworten man darauf bekommt. Darüber hinaus ist es erstaunlich wie viel wertvolle Zeit Studierende verschwenden, weil sie sich nicht entscheiden können was sie eigentlich entwickeln wollen. Eine einfache, sinnvolle Definition ist folgende. „Ein Rennbolide hat nichts an sich, dass nicht den Regeln entspricht oder es nicht schneller fahren lässt.“ Nach jeder Designentscheidung muss die gewählte Komponente oder das gewählte System somit folgende Ziele erfüllen:

- Das Rennfahrzeug entspricht nach dieser Entscheidung den Regeln!
- Die gewählte Komponente oder das gewählte System macht das Rennfahrzeug schneller!
- Diese Entscheidung bewirkt eine bessere Bewertung und somit mehr Punkte beim Formula Student Bewerb!

Die Definition dieser Ziele erleichtert Designentscheidungen enorm. Daher müssen diese Ziele immer miteinbezogen werden, da nur so ein konkurrenzfähiges Rennfahrzeug entwickelt werden kann.

#### **4.3.6.3 Konstruktionsphase (Phase III)**

Aufbauend auf dem technischen Konzept, werden die einzelnen Komponenten nun auskonstruiert. Die Stabstelle Konstruktion ist für die Koordination innerhalb der Module verantwortlich und muss dafür auch dementsprechende Richtlinien erstellen. Die Aufgaben der einzelnen Module werden im Weiteren beschrieben.

#### **Management**

Das ganze Projekt hindurch hat das Management dafür zu sorgen, dass die Aufgaben nach Plan und im Rahmen der vorgegeben Kosten erledigt werden. In dieser Phase ganz speziell hat es darüber hinaus für eine korrekte Abgabe der vom Reglement geforderten Dokumente zu sorgen. Der Costreport, eine kurze technische Beschreibung des Fahrzeugs und ein Bericht über den gedanklichen Hintergrund des Designs. Verspätete Abgaben haben einen hohen Punkteverlust zu Folge und können somit einen guten Erfolg des Teams beim Formula Student Bewerb mit sich ziehen.

Bevor das Team jedoch zum Event fährt, soll die Öffentlichkeit vom großen Fortschritt im Team erfahren. Im Rahmen einer großen Präsentation zu der alle Sponsoren, Professoren, Studierende und Interessenten geladen sind, kann man die Errungenschaften und den aktuellen Status des Projekts präsentieren. Die dadurch entstehende Werbung freut die Sponsoren und motiviert gleichzeitig das Team für den Formula Student Bewerb!

### **Modul Motor**

Folgende Aufgaben sind Inhalt dieser Phase.

- 3D Modell erstellen (s. Abb. 34)
- Prüfstand organisieren
- Einlass und Auslass auslegen
- Einspritzung überlegen, konzipieren
- Wahl der Motorsteuerung
- Notwendige Zusatzaggregate bestimmen
  - Lichtmaschine
  - Öl- Wasserpumpe
- Kühlsystem konzipieren



*Tank auslegen*

Abb. 34: 3D Model, TUG Racing Motor

### **Modul Chassis**

Wie auch in den anderen Modulen wird der Rahmen mit einem CAD Programm konstruiert und gleichzeitig mit der FEM (Finite Elemente Methode) berechnet. Bis dahin ist auch die, in der Konzeptionsphase begonnene Werkstoffwahl abgeschlossen und kann in die Konstruktion des Rahmens einfließen. Sobald der Rahmen konstruiert ist, kann schon an dem Exterior Design gearbeitet werden. Hier ist es in erster Linie wichtig ein ansprechendes und dem Rennsport gemäÙes Design zu entwickeln (s. Abb. 35).

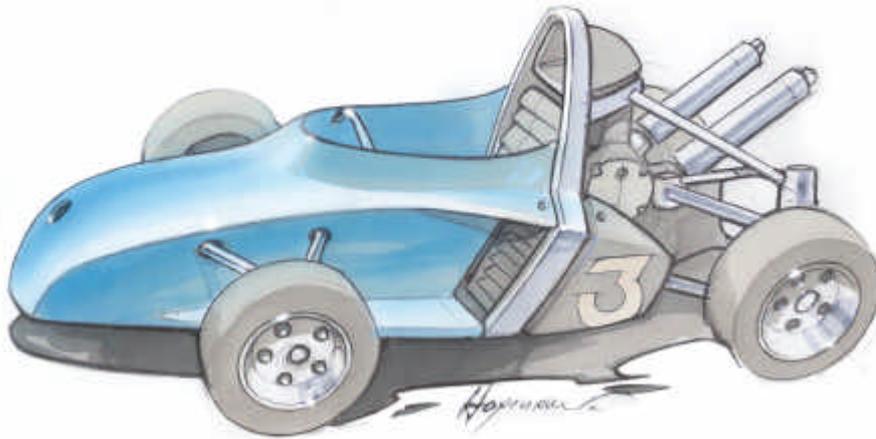


Abb. 35: Designstudie, TUG Racing Team

Weitere Aufgaben, die in dieser Phase erledigt werden.

- Festigkeitsanalyse durchführen
- Cockpitgestaltung überlegen
- Überprüfung des notwendigen Raumbedarfs aller Komponenten
- Anordnung aller Schalter und Bedienelemente, NOTAUS
- Crashbox auslegen
- Elektrikplan zeichnen

### **Modul Suspension**

Das Modul Suspension hat 2 große Bereiche abzudecken, die Aufhängung und die Federung des Autos. In dieser Phase wird der Radträger konstruiert und die Anordnung der einzelnen Aufhängungsteile bestimmt. Wichtig ist hier vor allem die Einbeziehung der Fahrkräfte. Des Weiteren gibt es noch folgende Aufgaben, die erledigt werden müssen.

- Aufhängungsgeometrie bestimmen
- 3D Modell konstruieren
- Festigkeitsanalyse durchführen (s. Abb. 36)
- Mehrkörpersimulation durchführen
- Lenkung auslegen
- Feder- Dämpfersystem auslegen

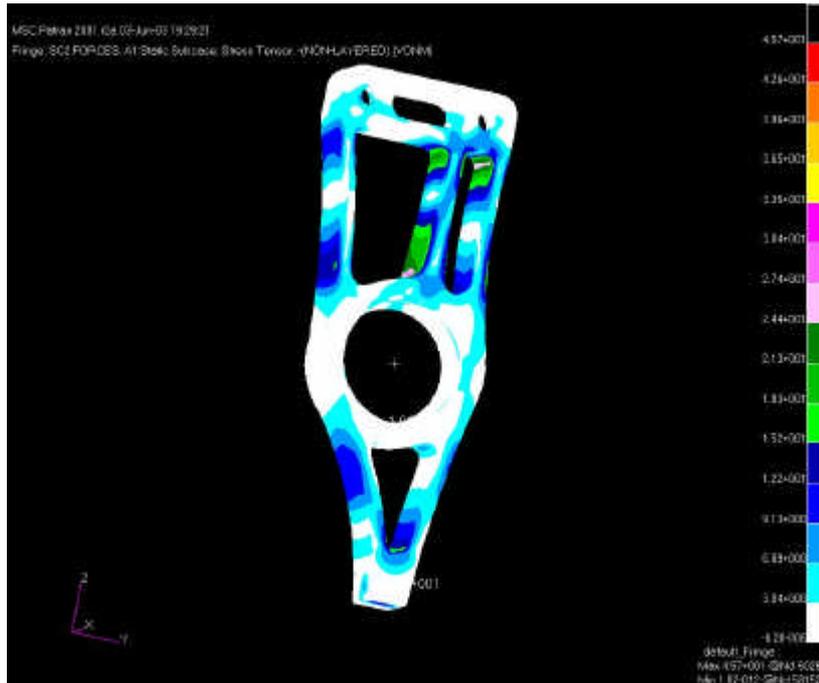


Abb. 36: Festigkeitsanalyse, TUG Racing Team

### Modul Drivetrain

Folgende Aufgaben müssen während der Konstruktionsphase in diesem Modul erledigt werden:

- Halbachsen definieren
- Differentialentscheidung fixieren
- Felgendimension festlegen
- Bremsen auslegen
- Reifendimension bestimmen
- Alle Teile dimensionieren
- Festigkeitsanalyse durchführen
- 3D Modell schaffen

#### 4.3.6.4 Fertigungsphase (Phase IV)

In dieser Phase sollen die konstruierten Komponenten entweder gefertigt oder eingekauft werden um anschließend zu einem Rennfahrzeug zusammengebaut werden zu können. Ein Fertigungsplan beschreibt die Abfolge der zu fertigenden Komponenten in Abhängigkeit der Reihenfolge beim Zusammenbau.

Der Fertigungsplan hat folgenden Inhalt.

- In welcher Reihenfolge die Komponenten gefertigt werden
- Eine Make or Buy Entscheidung
- Deadline der Fertigstellung der Komponenten für den Einbau
- Aufstellung der Kosten für das Projekt
- Aufstellung der Kosten für den Costevent
- Planung für die Beschaffung
- Meilenstein „Testbeginn“

Aus diesem Fertigungsplan werden die notwendigen Informationen gefiltert, um die Produktion für dieses Fahrzeug planen zu können, die beim Event präsentiert wird. Daher ist dieser Plan nicht nur für einen reibungslosen Ablauf des Zusammenbaus wichtig, sondern dient gleichzeitig der Planung der vom Reglement vorgeschriebenen Produktion.

Unsere Idee ist es, dass jedes Teammitglied, welches in einem technischen Modul arbeitet, für einen bestimmten Teil zuständig ist. Das Teammitglied hat die volle Verantwortung von der Konstruktion bis hin zum Einbau, natürlich unter der Kontrolle des Modulleiters und des technischen Direktors. In der Fertigungsphase sind somit die technischen Module dafür verantwortlich, dass alle Komponenten gekauft oder gefertigt werden. Für die Überwachung und den planmäßigen Ablauf ist die Stabstelle „Fertigung“ zuständig.

Falls in manchen Modulen an speziellen Features gearbeitet wurde, wie z.B. eine Traktionskontrolle, ist zur Halbzeit der Fertigungsphase zu entscheiden, ob sie konstruiert werden sollen oder nicht. Diese Bauteile sind zwar nicht entscheidend, ob das Fahrzeug fährt, doch könnte es sein, dass sie ein Auto schneller machen oder dem Team mehr Punkte bringen.

Das Management hat in dieser Phase dafür zu sorgen, dass die für den Event benötigten Fahrer bestimmt werden. Anschließend hat die Anmeldung zum Formula Student Bewerb zu erfolgen. Den Event betreffend muss auch der Transport des Autos, der Werkzeuge und aller anderer benötigten Utensilien organisiert werden.

#### 4.3.6.5 Testphase (Phase V)

Das Ende der Fertigungsphase ist ein fahrtüchtiges Auto. D.h. der Motor springt an und das Fahrzeug kann sich von selbst nach vorne bewegen. Der Sinn einer Testphase ist es nun dieses Gefährt zu einem konkurrenzfähigen Rennfahrzeug zu machen.

Zu Beginn werden Grundtests durchgeführt, sprich Geradeausfahren, leichtes Bremsen und Beschleunigen. Nach und nach werden diese Tests intensiviert bis das Fahrzeug unter realen Bedingungen gefahren werden wird.

Der technische Direktor hat dafür zu sorgen, dass die aus den Tests gewonnen Daten auch wirklich sinnvoll verwendet werden. Die Anwesenheit von Profis aus der Rennsportszene unterstützt den Erfolg der Testphase.

Die für den Event bestimmten Fahrer müssen für die Testfahrten von ihren Arbeiten in den jeweiligen Modulen freigestellt werden. Ab jetzt sind diese Teammitglieder nur mehr für die Weiterentwicklung des Fahrzeugs zuständig. Diese Testfahrten bestehen nicht nur aus einem schnellen „Herumfahren“, sondern bedeuten eine Kurve immer in derselben Art und Weise mit unterschiedlicher Abstimmung der Aufhängung, des Motors, etc. zu fahren. Das ist Arbeit!! Damit die Fahrer auch wirklich das Rennfahren zumindest ansatzweise erlernen bedarf es einer Fahrerausbildung, die von erfahrenen Piloten geplant und durchgeführt wird.

Die Moduleiter sind verantwortlich für die Fertigstellung aller restlichen Komponenten, um zur Mitte der Testphase ein komplettes Auto testen zu können. Erst jetzt kann das endgültige Setup bestimmt werden, das auch für den Event verwendet wird.

Bis jetzt haben wir uns nur mit den technischen Modulen befasst. Da die wirtschaftlichen Module weniger phasenabhängig sind werden sie hier extra erwähnt.

### **Modul Marketing**

Ein Formula Student Team zu betreiben ist kostenintensiv. Der Bau eines solchen Fahrzeuges kann leicht an die 50.000 € kosten. Dieses Geld kommt nicht von Mitgliedsbeiträgen und dem Verkauf von T-Shirts. Die Sponsorabteilung ist somit dafür verantwortlich, Geld für das Projekt zu organisieren. Es muss sozusagen den Treibstoff beschaffen um das Projekt am Laufen zu halten. Dafür muss zu Beginn ein Sponsor-konzept erstellt werden. Das Sponsorkonzept beinhaltet folgende Überlegungen:

- Welche Kategorien von Sponsoren gibt es?
  - Produktionsfirmen (Technisch orientiert)
  - Dienstleistungsunternehmen
- Welche Gegenleistung können wir erbringen?
  - Werbung durch
    - Rennfahrzeug
    - Rennbekleidung
    - Printmedien
    - Rundfunk
    - Fernsehen
    - Präsentationen
    - Newsletter

- Homepage
  - Transparente
- 
- Prioritätenliste der anzuschreibenden Unternehmen definieren
  - Einteilung der unterschiedlich hohen Sponsorbeiträge in Sponsorpakete (s. Anhang D, Abb. 43)
  - Präsentation vorbereiten
    - Präsentationen für Dienstleistungsunternehmen (Banken, Versicherungen,...). Sie sollen die kaufmännischen Fähigkeiten, sowie die sogenannten Softskills und das Marketing hervorheben.
    - Präsentationen für Technisch orientierte Unternehmen (Autohändler, Fahrzeugentwickler, ..). Sie sollen vor allem die technische Kompetenz und das dafür notwendige know how betonen und unterstreichen.
  - Sponsorbetreuung überlegen
    - Newsletter
    - Team T-Shirt
    - Extrainformationen
    - Dankesbriefe
    - Infofolder

Eine Sponsorbetreuung bezweckt die Zufriedenheit der Sponsoren. Man muss sie spüren lassen, dass ihre Unterstützung geschätzt und richtig verwendet wird. Eine lange Partnerschaft wird das schöne Ergebnis einer guten Sponsorbetreuung sein.

Neben den Möglichkeiten für die Sponsoren zu werben muss sich die PR Abteilung weitere Werbemöglichkeiten überlegen, um das Team bekannt zu machen. Hierzu gehören:

- Newsletter
- Homepage
- Schaukasten auf der Universität
- Flyer
- Transparente
- Stickers

- Werbefilme
- Teamkleidung

Das Marketing hat das ganze Projekt hindurch für eine herausragende Vermarktung zu sorgen, die das Team in kurzer Zeit in der Öffentlichkeit bekannt macht. Nur dann ist es möglich einerseits Sponsoren zu bekommen und andererseits das Team zu einem Gesprächsthema zu machen.

### **Modul Finance**

Dieses Modul ist für alle teaminternen Finanzangelegenheiten zuständig. Diese beinhalten folgende Aufgaben:

- Aufbau eines Costmanagementsystems
  - Buchhaltung aufbauen
  - Kostenstellen definieren
  - Costcontrolling durchführen
- Verantwortlich für den Costreport
  - Inhalt
  - Aufbau
  - Abgabe
- Finanzrechtliche Angelegenheiten des Team
  - Steuern
  - Absatzmöglichkeiten

Das Modul Finance ist auch bei der Beschaffung von Materialien und Komponenten zuständig, da es für die korrekte Verteilung der Gelder innerhalb des Teams zuständig ist. Jedes Modul hat ein Budget für die kommenden Monate aufzustellen. Anschließend kann Modul Finance das O.K. dazu geben, ob die benötigten Gelder verteilt werden können oder nicht. Bei nicht vorhanden sein der finanziellen Mittel müssen Prioritätenlisten erstellt werden. Nur jene Bereiche, von denen das erfolgreiche Projektende abhängt, bekommen die höchste Priorität.

### **Modul X-Active**

Dieses Modul ist für alle Teamaktivitäten zuständig. Es hat dafür zu sorgen, dass das Team nicht nur zusammen arbeitet, sondern sich auch einmal im Lokal zu einem privaten Plausch trifft. Hier ist speziell auf die Möglichkeit eines Stammtisches zu verweisen. Daneben gibt es aber auch noch andere Möglichkeiten das Team außerhalb der Arbeit zusammen zu bringen, wie Kartfahren, ein anderes Team in der Nähe besuchen, oder ein Formel 3 Auto zu besichtigen und sich neue Informationen zu besorgen.

Nachdem der Event nun einmal in England stattfindet, sind auch der Transport und die Unterkunft dort zu organisieren. Diese Aufgabe hat ebenfalls das X-Active Modul. Ziel ist es den am Event arbeitenden Teammitgliedern (Präsentatoren, Fahrern,...) durch gute Organisation einen reibungslosen Ablauf zu garantieren und ihnen somit eine gute Vorbereitung für die einzelnen Bewerbe zu ermöglichen.

Diese kurze Zusammenfassung aller Aktivitäten der einzelnen Phasen soll helfen, schon zu Beginn Arbeitspakete definieren zu können und so auch den zeitlichen Rahmen und die dafür notwendigen Ressourcen abschätzen zu können. Allerdings soll sie auch dazu ermutigen, diese Fülle an Aufgaben in eine strukturierte Planung zu packen und Verständnis über die Notwendigkeit von Projektmanagement bieten.

In der Projektplanung und der Projektorganisation ging es darum, das Projekt aufzubauen, zu planen und Strukturen zu schaffen um einen effizienten Weg zu bieten das Ziel zu erreichen. Im nächsten Kapitel wollen wir uns mit einem weiteren wichtigen Bereich des Projektmanagements befassen, dem Projektcontrolling. Es soll beschrieben werden, wie es funktioniert, welche Ziele damit verbunden sind und welche Werkzeuge dabei verwendet werden.

## 4.4 Projektcontrolling

Das Projektcontrolling hat die Aufgabe, den Verlauf des Projekts zu beobachten und im Falle einer für das Projekt schädlichen Abweichung, zusammen mit dem Management Steuerungsmaßnahmen einzuleiten. Schädliche Abweichungen sind Abweichungen in Bezug auf Verspätung oder Verteuerung des Projekts.

Die relevanten Zielgrößen des Projektcontrollings sind Termine und Kosten, des Projekts. Für jede dieser Größe besteht der Überwachungs- und Steuerungsprozess aus folgenden Schritten<sup>37</sup>:

1. Projektdatenerfassung:  
Erhebung, Überprüfung und Aufbereitung von Daten der aktuellen Projektsituation.
2. Plan- bzw. Soll-Ist-Vergleich:  
Vergleich zwischen Planung und erreichten Istwerten sowie Feststellung von Abweichungen zwischen Plan und Ist.
3. Abweichungsanalyse:  
Ermittlung der Gründe für Plan-Ist-Abweichung sowie Aufzeigen möglicher Korrekturmaßnahmen zum Beheben der Differenz.

---

<sup>37</sup> vgl. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998, S.403ff

4. Steuerungsmaßnahmen:

Entscheidung, Durchführung und Kontrolle von Maßnahmen zur Erreichung der Projektziele und zur Korrektur von Abweichungen.

Diese vier Schritte werden im Folgenden genauer beschrieben.

**4.4.1 Projektdatenerfassung**

Um Termine und Kosten wirkungsvoll zu überwachen ist die grundlegende Voraussetzung eine konsequente Verfolgung und Aktualisierung der Termin- und Kostenpläne. Im Rahmen der Projektdatenerfassung werden alle dafür benötigten Daten zusammengetragen. Die Arbeitspaketverantwortlichen sind für eine kompakte Darstellung der Situation dieser Zielgrößen verantwortlich. Diese Informationen werden anschließend in die Termin- und Kostenpläne eingetragen und mit den geplanten Daten verglichen

**4.4.2 Plan- bzw. Soll-Ist-Vergleich**

In der Regel erfolgen Soll-Ist-Vergleiche in graphischer oder tabellarischer Aufbereitung der erhobenen Werte und deren Gegenüberstellung mit den Vorgabewerten.

Meilensteindiagramme sind ein graphisches Instrument zur Terminverfolgung und Terminprognose. Sie zeigen die am Anfang fixierten Termine der Meilensteine mit den aktuell erwarteten Terminen im Vergleich. (s. Abb. 37)

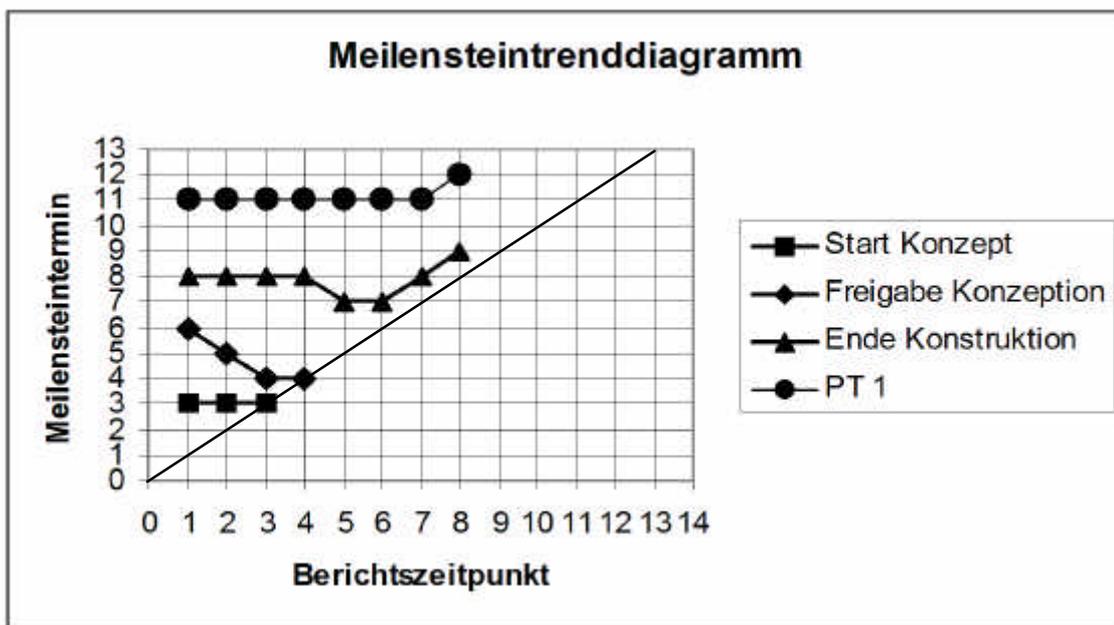


Abb. 37: Meilensteintrenddiagramm, TUG Racing Team

Auf der senkrechten Achse sind, in Abbildung 37, die am Anfang des Projekts fixierten Termine aufgetragen. Auf der waagrechten ist die gleiche Skala, sie stellt die Berichtszeitpunkte dar. Die einzelnen Zahlen stehen für fixe Tage mit Datum, z.B. war der Meilenstein „Freigabe Konzept“ ursprünglich für den Tag Nr. 6 geplant. Aus dem Diagramm ist nun ersichtlich, dass er bereits am Tag Nr. 4 erreicht worden ist. Der letzte Kontrolltermin war am Tag Nr. 8, da nachher keine weiteren Einträge eingetragen sind. Aus dem Verlauf der Kurven kann somit ein Trend für die Terminentwicklung abgelesen werden, der ein frühzeitiges Eingreifen bei Abweichungen erlaubt.

Zusammen ergibt sich ein Polygonzug, der wie folgt zu erklären ist:

- Ansteigender Verlauf: Termin wird überschritten
- Abfallender Verlauf: Termin wird unterschritten
- Waagrechtlicher Verlauf: Termin wird eingehalten

Wenn der Kurvenzug die 45°- Begrenzungslinie erreicht hat, ist der betreffende Meilenstein abgeschlossen. Jede Terminabweichung ist optisch gut erkennbar und wird im dazugehörigen Fortschrittsberichte erläutert.

Auch für die Überwachung der Kosten gibt es diese Möglichkeit der visuellen Überwachung (s. Abb. 38).

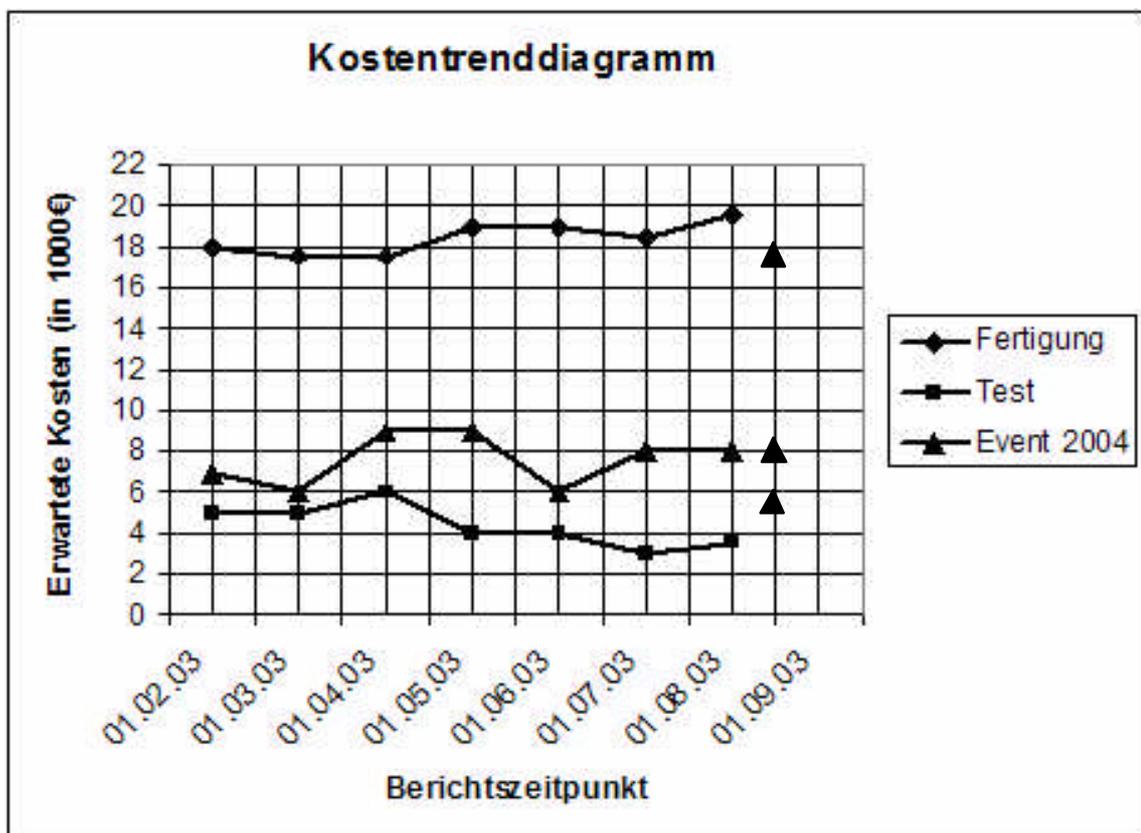


Abb. 38: Kostentrenddiagramm, TUG Racing Team

Abbildung 38 zeigt auf der senkrechten Achse die Kosten in 1000 €, die waagrechte Achse stellt die Berichtszeitpunkte dar. Zielkosten sind als Dreiecke eingetragen und stehen den ihnen entgegenkommenden Kostenlinien gegenüber. Die Fertigung wurde z. B. zu Projektbeginn mit 18000 € beziffert. Nach monatlicher Erfassung der Ist-Kosten sind am 01.08.03 die mit Projektende, am 01.09.03 erwarteten Kosten bei knapp 20000 €

Dieser Verlauf ergibt sich auch hier einen Polygonzug der wie folgt verstehen ist:

- Ansteigender Verlauf: Kosten werden überschritten
- Abfallender Verlauf: Kosten werden unterschritten
- Waagrechtlicher Verlauf: Kosten werden eingehalten

Abschließend ist zu erwähnen, dass aus den Trenddiagrammen nicht nur Informationen über den aktuellen Projektstatus, sondern auch Aussagen über die Qualität der zugrundeliegenden Schätzwerte abgeleitet werden können. Dadurch ist es möglich, diese Informationen in nachfolgenden Projekten einfließen zu lassen und fehlerhafte Schätzwerte zu korrigieren.

Voraussetzung für diese Diagramme ist eine Festlegung der Fixtermin und der zu erwartenden Kosten am Projektbeginn in Zusammenhang mit einer regelmäßigen Erfassung der dazu benötigten Daten.

Wurden im Zuge des Soll-Ist-Vergleichs für das Projekt negativ auswirkende Abweichungen festgestellt, so ist eine genaue Analyse dieser Abweichung notwendig um die Ursache finden zu können.

.

#### 4.4.3 Analyse von Abweichungen

Die Abweichungsanalyse dient der Identifikation von Projektproblemen, der Ermittlung der Ursachen von Problemen und Abweichung und der Erarbeitung von Korrekturmaßnahmen zur Behebung der Abweichungen.

Sobald das Projektcontrolling Probleme oder Abweichungen dieser Art erkennt, ist diese Analyse mit allen betroffenen Stellen (Management, Projektleiter, Mitarbeiter, ...) durchzuführen.

Abweichungen beruhen dabei auf folgende Ursachen:

- Unrealistische Planung oder ungenaue Projektzielsetzung
- Unvorhergesehene Änderungen der Projektaufgaben, wie z.B. Zusatzaufgaben, oder Änderungen durch das Management

Diese Abweichungen können in weiterer Folge aus technischen, personellen und organisatorischen Ursachen entstehen.

Personelle Ursachen:

- Mangelnde Qualifikation und Fähigkeiten der Projektmitglieder
- Arbeitüberlastung
- Demotivation und Widerstände bei Projektmitarbeitern
- Krankheit

Organisatorische Ursachen:

- Kapazitätsengpässe bei Mitarbeitern und Sachmitteln
- Unklare Kompetenzaufteilung
- Zu hoher Termindruck
- Räumliche Aufteilung des Teams
- Unzuverlässige Lieferanten
- Abspringender Sponsor

Technische Ursachen:

- Fehlerhafte technische Auslegung
- Unvollständige oder ungeeignete Prüftechnik
- Mangelnde Leistungsfähigkeit des technischen Systems
- Mangelnde Tool-Einsetzung
- Fehlerhafte Bauteil
- Nicht beherrschte Technologie

Wichtig für die entsprechende Auswahl der Steuerungsmaßnahme ist nun die Analyse der im Soll-Ist-Vergleich sichtbar gewordenen Abweichungen auf deren Konsequenzen auf den Projektverlauf. In vielen Fällen zeigt sich, dass, obwohl bei einem Arbeitspaket eine Terminverzögerung erkannt wurde, dies keine Konsequenzen auf das Projektende hat. In diesem Fall wären teure Steuerungsmaßnahmen fehl am Platz. Mit Hilfe eines EDV-gestützten Projektcontrolling werden die Konsequenzen im Sinne von „Was wäre wenn“ Analysen automatisch dargestellt. Damit ist eine professionelle Entscheidungsgrundlage für die Wahl der Steuerungsmaßnahme gegeben<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.338

#### 4.4.4 Ermittlung von Steuerungsmaßnahmen

Grundsätzlich gibt es folgende Möglichkeiten für Steuerungsmaßnahmen:

- Heranführen des Ist an das Soll (Plan):      korrektive Maßnahmen
- Anpassen des Soll (Plan) an das Ist:      Planänderung

Welche Maßnahme gewählt wird, hängt vom Auswirkungsgrad der Abweichung auf die Projektziele ab. Weiters ist zwischen den Parametern Zeit und Kosten zu unterscheiden.

- Zeit überschritten:
  - Kürzung der Dauer am kritischen Weg
    - Zeitabstände verkürzen, Überlappung vorsehen, vergrößern
    - Leistungsfähigere Einsatzmittel
    - Abhängigkeiten eliminieren durch Einsatz von Hilfsmitteln, Vorrichtungen, etc.
    - Austausch der Mitarbeiter, des Projektleiters, Änderung der Teamorganisation
  - Höherer Ressourcenaufwand
  - Nicht absolut notwendige Funktionen/Objekte im Aufwand minimieren
- Kosten überschritten
  - Vergabe von Teilleistungen an Subauftragnehmer
  - Qualität (Material, Performance, ...) auf ein Minimum reduzieren

Das Projektcontrolling liefert die Grundlage für die Entscheidung der weiteren Maßnahmen. Es soll nicht eine nachträgliche Ergebnisfeststellung sein, sondern eine fortlaufende Beobachtung der Entwicklung und der Realisierung des Projekts. Dadurch kann es in gegebenem Fall zu einer Änderung des geplanten Zieles oder Weges kommen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass das Projektcontrolling keine Weisungsbefugnis hat und die Entscheidungen deshalb nur vom Management getroffen werden können.

Nicht nur die durch das Projektcontrolling erfassten Daten müssen dokumentiert und archiviert werden, sondern auch alle anderen projektrelevanten Daten die während des Projektverlaufs gesammelt werden. Wie eine Dokumentation im Allgemeinen aber auch in Bezug auf das TUG Racing Team zu erfolgen hat, zeigt der folgende Abschnitt.

## 4.5 Projektdokumentation

### 4.5.1 Allgemeines

Der Dokumentation wird bei Projekten immer wieder zu wenig Beachtung geschenkt. Aussagen wie „das brauchen wir ja nicht!“, oder „das wissen wir sowieso!“ sind leider während des Projektverlaufs immer wieder zu hören. Dieses Kapitel wollen wir dazu nützen, um diesen Überzeugungen ein wenig entgegenzuwirken und der Projektdokumentation ihren gerechten Platz in einem Projekt zu geben.

Ziele der Projektdokumentation sind:

- Schneller und übersichtlicher Zugriff auf alle Projektdokumente zu jeder Zeit
- Wichtige Daten für neu hinzukommende Projektmitglieder zugänglich und verständlich zu machen.
- Im Sinne einer Qualitätssicherung und Produkthaftung die Nachvollziehbarkeit des Projektablaufs zu garantieren.
- Interessierten Personen nach Projektabschluss die Nutzung von im Projekt gemachten Informationen zu erleichtern.

Die Dokumentation ist damit ganz allgemein die nutzungsgerechte Zusammenstellung und Ordnung sowie Nutzbarmachung von Dokumenten.

Unter der *Zusammenstellung* wird die Auswahl der zu dokumentierenden Dokumente (Akten, Protokolle, Unterlagen,...) verstanden.

Die *Ordnung* bezieht sich auf das Aufbauen von Ablagekriterien und Zuordnen (Klassifizieren) der Dokumente zu diesem Ordnungssystem. Hierfür ist eine logisch strukturierte Ablageordnung zu schaffen, wie z.B. eine Projektstrukturplan abbildende Logik.

Die *Nutzbarmachung* der Dokumente umfasst alle Maßnahmen, die das Auffinden und den Zugriff von Dokumenten erleichtert. Hierfür ist das Beschlagworten (Indizieren) der Dokumente, bzw. bei physikalischer Ablage, das Anbringen eines Deckblatts erforderlich<sup>39</sup>.

Ein Projektdokumentationssystem sollte darüber hinaus folgende noch Voraussetzungen erfüllen:

- Transparente, nachvollziehbare Gliederung
- Durchgängige Gliederung (chronologisch, nach Sachthemen, Arbeitspakete,...)
- Verweissystem, wo weitere Dokumente zu finden sind
- Möglichst personenunabhängige Lesbarkeit und Verständlichkeit

---

<sup>39</sup> vgl. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998 S.277

Die Basis für das Ablagesystem (Archivierung) ist der Projektstrukturplan (s. Kap. 4.2.5). Darauf aufbauend ist der Platzbedarf abzuschätzen, ein für alle Projektmitglieder gut zugänglicher Ablageort zu definieren und eine Vereinbarung über geeignete Ablagesysteme zu treffen (Ordner, EDV-Dokumentationssysteme, Verfilmung,...).

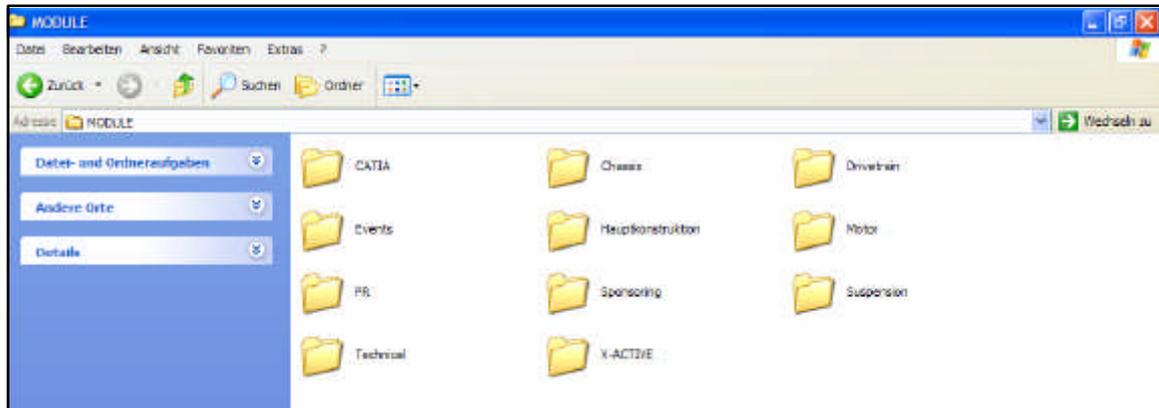


Abb. 39: Ordnerbaum, TUG Racing Team

Abbildung 39 zeigt die EDV gestützte Dokumentationsordnung des TUG Racing Teams. Die einzelnen Ordner sind in Anlehnung an den PSP des TUG Racing Teams benannt. Dadurch ist allen Projektmitgliedern ein schneller Zugriff durch übersichtliche Ordnung ermöglicht.

Für ein durchgängiges, transparentes Dokumentationssystem eignet sich ein sogenannter Dokumentenbezeichnungsschlüssel, der alle Dokumente eindeutig identifiziert. Ein solcher Schlüssel sollte folgende Informationen beinhalten (s. Abb. 40):

- Objekt, Thema, auf das sich das Dokument bezieht
- Ersteller des Dokuments
- Erstellungsdatum des Dokuments
- Änderungsindex, Datum des Letztstandes

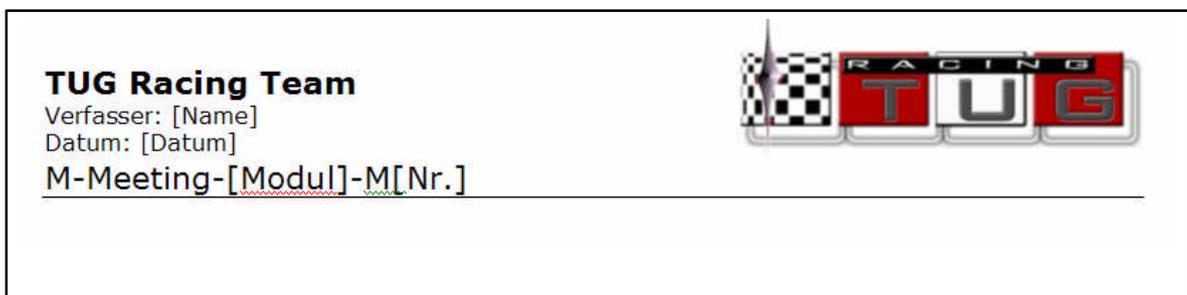


Abb. 40: Dokumentenkopf, TUG Racing Team

Abbildung 40 zeigt die Darstellung des Dokumentenschlüssels des TUG Racing Teams. Auf einen Blick sind der Verfasser, das Erstellungsdatum und das Thema des Dokuments ersichtlich.

Folgende Dokumente werden im TUG Racing Team unterschieden:

- Ergebnisprotokolle
- Modulberichte
- Komponentenberichte

#### 4.5.1.1 Ergebnisprotokolle:

Ergebnisprotokolle enthalten die wichtigsten Ergebnisse eines Meetings (L-Meeting, M-Meeting) und die dazu relevanten Informationen.

Die Unterteilung dieses Protokolls geschieht auf folgende Weise (s. Anhang D, Abb. 41):

1. Anwesende
2. Dringende Neuigkeiten
3. Aufgaben, die letztes Mal verteilt werden auf Fortschritt oder Erledigung prüfen
4. Sonstige Ereignisse seit dem letzten Meeting (jeder kommt zu Wort)
5. Aufgabenverteilung für nächste Woche oder kommenden Tage
6. Offene Punkte

Es ist außerordentlich wichtig, dass Protokolle immer gleich strukturiert sind. Dadurch ist ein schneller Zugriff auf individuell benötigte Informationen möglich, ohne das ganze Protokoll durchzulesen.

#### 4.5.1.2 Modulberichte:

Modulberichte werden jede 2. Woche verfasst und beinhalten die wichtigsten Ereignisse, Entscheidungen und die dafür relevanten Informationen eines jeden Moduls (Chassis, Suspension,...). Bilder und Graphiken sollen Erklärungen und Entscheidungen untermauern und verdeutlichen. Jede notwendige Information soll in diesen Berichten enthalten sein, um eine lückenlose Dokumentation des Fortschritts in jedem Modul gewährleisten zu können.

#### 4.5.1.3 Komponentenberichte:

Bevor Komponentenberichte geschrieben werden können, ist es notwendig diese zu bestimmen (PSP) und anschließend eine eindeutige Bezeichnung für jede Komponente zu definieren, in der auch die Änderungsnummer enthalten ist. Nur dann ist eine Verwechslung ausgeschlossen.

Jeder Teil des Fahrzeugs hat seine Geschichte. Von der Konzeptentscheidung bis hin zum fertigen Einbau durchläuft er mehrere Entwicklungsstufen. Die Komponentenberichte sollen diesen Entwicklungsprozess dokumentieren. Wichtig dabei sind die, für das Verständnis der Entscheidungsprozesse notwendigen, Informationen und die Auflistung der Schwierigkeiten und Problemen, die es zu bewältigen galt. Dadurch ist es möglich, in den folgenden Jahren auf bekannte Schwierigkeiten und Probleme schon früher reagieren zu können. Ferner muss immer nachvollziehbar sein, warum diese Komponente so konstruiert worden ist, ob bestimmte Details berücksichtigt worden sind und wie es zum Beispiel möglich war in solche Schwierigkeiten zu kommen.

Am Ende eines Komponentenberichts muss der Inhalt und die Ergebnisse in wenigen Worten beschrieben werden, um schneller zu den benötigten Informationen zu gelangen. Komponentenberichte werden ebenfalls jede 2. Woche verfasst, oder bei gegebenem Anlass.

Mit diesen drei Dokumenten ist es möglich den Verlauf des Projekts mit allen dazugehörigen Daten zu dokumentieren. Jeder der Modulleiter ist für die Dokumentation in seinem Modul verantwortlich. Schlussendlich kann die vorher gezeigte Dokumentenordnung (s. Abb. 39) folgendermaßen weiter unterteilt werden

- Motor
  - Protokolle
  - Modulberichte
  - Komponentenberichte
- Chassis
  - Protokolle
  - Modulberichte
  - Komponentenberichte
- Drivetrain
  - Protokolle
  - Modulberichte
  - Komponentenberichte
- Suspension
  - Protokolle
  - Modulberichte
  - Komponentenberichte

- L-Meetings
- Exkursionsberichte

Die Protokolle der L-Meetings werden der Übersicht halber separat dokumentiert, sowie Berichte über verschiedenste Exkursionen wie, Werksführung Magna Steyr oder Besichtigung eines Formel 3 Boliden, etc. Diese Exkursionsberichte sind gleich zu verfassen wie die Modulberichte.

Mit dieser Organisation der Dokumentation und Archivierung ist es uns nun möglich zu jeder Zeit schnell und zuverlässig an Informationen zu gelangen, sogar wenn der Verfasser nicht bekannt ist. Das ist vor allem dann von großer Bedeutung, wenn Mitglieder bereits wieder aus dem Team ausgeschieden sind und für Fragen nicht mehr erreichbar sind.

Wie schon weiter oben erwähnt ist die Dokumentation ein wichtiger Bestandteil der Kommunikation und Information innerhalb des Teams (s. Kap. 4.3.5). Die korrekte Durchführung ist ausschlaggebend für einen erfolgreichen Verlauf des Projekts. Ergebnisse, Daten und Unterlagen sind von Beginn des Projekts an zu dokumentieren und zu archivieren. Andererseits kann es durchaus vorkommen, dass Entscheidungsprozesse noch einmal mit entsprechendem Zeitaufwand durchgegangen werden müssen, weil die Ergebnisse und Protokolle nicht vorhanden sind.

Die Dokumentation bietet eine lückenlose Berichterstattung von Beginn bis Ende des Projekts, und bietet jederzeit einen schnellen und einfachen Zugriff auf alle notwendigen Daten des Projekts.

## 5 Schlussfolgerungen & Empfehlungen

Ziel der Arbeit ist es, zukünftigen Teams den Einstieg in den Formula Student Bewerb zu erleichtern und ein Handbuch als Unterstützung für ihren Start zu bieten. Sie gibt einen Einblick wie ein Formula Student strukturiert und gemanagt werden kann. Es würde uns freuen, wenn Teile dieser Arbeit beim Aufbau eines solchen Teams verwendet und in die Planung eingebaut werden können.

Die vorliegende Diplomarbeit lässt aber auch unsere Motivation erkennen, warum wir dieses Projekt gestartet haben.

„Konzeption, Konstruktion, Fertigung und Test eines Rennbolids, ein Bewerb als Rahmen des alleinigen Ziels zu gewinnen, eingebettet in die Schwierigkeit, sich es selbst zu organisieren und zu finanzieren.“

Dies ist in einem Satz die große Aufgabe, die an ein Formula Student Team gestellt wird.

Dahinter verbirgt sich aber der viel interessantere Grundgedanke, Studierende die Möglichkeit zu bieten, während ihrer Ausbildung an einem absoluten Hightechprodukt zu arbeiten und dadurch Praxis zu sammeln.

„Theorie wird Praxis!“

Jeder Bereich eines Unternehmens wird in diesem Projekt berücksichtigt, vom Team über die Entwicklung und den Bau eines Autos, bis hin zur Planung einer Produktion. Und wie überall und in jedem Unternehmen notwendig, sind auch die erforderlichen Geldmittel mit Unterstützung von Kapitalgebern zu decken.

Dies alles bietet in Summe ein Paket an Erfahrung und Wissen, das in der auf uns zukommenden Berufswelt von unglaublichem Wert sein wird. Durch die Teilnahme an diesem Projekt steigert sich unsere Qualifikation als werdende Diplomingenieure und erhöht so die Chancen am Arbeitsmarkt.

Es war für uns eine große Herausforderung dieses Team aufzubauen. Zu Beginn wussten wir noch nicht, wie diese Idee von der Universität und den Studierenden aufgenommen werden wird, wir hatten keine Ahnung, ob wir jemals die Möglichkeit bekommen würden die Idee Wirklichkeit werden zu lassen.

Doch wir wussten, dass wir ein einzigartiges und faszinierendes Projekt präsentierten, wir waren uns unserer Fähigkeit so ein Unterfangen aufzubauen bewusst. Dieses Selbstbewusstsein und teilweise auch die Selbstverständlichkeit mit der wir überzeugt waren, dass es eines Tages ein TUG Racing Team geben wird, haben uns schlussendlich zur Verwirklichung unseres Projekts geführt.

Es freut uns sehr, dass die Idee an dem Formula Student Bewerb teilzunehmen so großen Anklang gefunden hat.

Wie man sich vorstellen kann, birgt dieses Projekt sehr viel Arbeit. Manchmal können es bis zu 35 Stunden in der Woche sein, die man für Konstruktion, Präsentation, Fertigung oder weitere Aktivitäten während des Projekts investieren muss.

Oft würde man sich am liebsten davon machen, die ganze Idee „hinschmeißen“, und das Projekt beenden, noch ehe es richtig begonnen hat. Auch sind die Erwartungen manchmal um ein paar Stufen zu hoch angesetzt und das Ergebnis ist nicht unbedingt aufheiternd, geschweige den weiterbringend oder zielführend.

Aber ein Team hat nicht nur den Vorteil, Aufgaben aufzuteilen und dadurch schneller zum Ziel zu gelangen. Das Team ist der größte Motivationsfaktor! Ein Team bietet immer einen Grund weiter zu machen und sich der großen Aufgabe doch zu stellen. Der kommende Erfolg belohnt alle Mühen und Rückschläge.

Im Folgenden möchten wir auf ein paar Dinge hinweisen, die für uns von großer Wichtigkeit in diesem Projekt sind. Es sind dies vor allem Themen, die in keinem Lehrbuch oder Konstruktionshandbuch zu finden sind. Es sind Tipps und Ideen, die uns während der Arbeit aufgefallen sind und für uns von entscheidender Bedeutung waren.

Viele Studierende sind der Meinung, das größte Problem ist die Technik. Dieses Formula Student Projekt wird mit großen Visionen eines schnellen und aufregenden Rennwagens begonnen, wo keiner darauf warten kann ihn zusammenzubauen. In einer Führungsposition wird man allerdings sehr schnell bemerken, dass die größten Probleme, die es zu bewältigen gilt, nicht in der Technik liegen. Die drei größten Schwierigkeiten mit denen man zu kämpfen hat, sind Personen, Geld und die Bürokratie. Es hängt ganz allein davon ab, wie man sich mit diesen auseinandersetzt um ein gutes Auto zu konstruieren und zu bauen. Ingenieure interessieren sich häufig nicht für derartige Probleme, dennoch, mit diesem dreiköpfigen Drachen muss man sich immer wieder auseinander setzen, egal in welcher Branche man arbeiten wird. Um ein effektiver Ingenieur und Manager zu sein, muss man die Fähigkeit besitzen, diese Dinge in den Griff zu bekommen. Einer der Gründe, warum Firmen so viele Studierende aus der Formula Student direkt zu sich holen, ist die Erfahrung der Studierenden in der Bewältigung von genau diesen Hindernissen.

Darum möchten wir auch gleich mit diesen Schwierigkeiten beginnen und die restlichen Themenbereiche daran anschließen lassen.

### Sponsoring

Sponsoring ist die Unterstützung des Teams durch Cash, Material, Teile, Dienstleistungen oder Fachkenntnisse. Um eine gute Sponsorkampagne zu erreichen, ist es notwendig ein ausgezeichneter Verkäufer des Teams zu werden. Manche werden nicht gerade begeistert sein als „Verkäufer“ aufzutreten, allerdings ist es außerordentlich wichtig, seine Ideen und Vorstellungen auch präsentieren und verkaufen zu können.

Doch bevor eine Sponsorkampagne anläuft benötigt es ein paar Dinge, die man haben sollte. Zunächst einmal ist es wichtig ein Budget aufzustellen. Wichtig ist, dass keine Kosten, wie Transport, Eventgebühr, Übernachtung, usw. vergessen werden. Des Weiteren benötigt man Bilder des Teams oder Zeichnungen eines Rennwagens. Gestaltet einen Informationsfolder mit allen nötigen Informationen wie Zeitplan, Team, Ausgaben, etc. Firmen wollen wissen für was sie ihr Geld zur Verfügung stellen.

Sobald eine Firma Geld, Material oder Teile zugesichert hat, sind 60% der Arbeit getan. Jetzt ist es wichtig den Sponsor weiterhin für das Projekt zu faszinieren und ihm eine möglichst gute und befriedigende Sponsorbetreuung zu geben. Beginnt einen Newsletter für Sponsoren und andere Interessenten. Er sollte regelmäßig erscheinen, am besten jeden Monat. Wichtig ist, dass er kurz und bündig ist, 3 Seiten sind mehr als genug. Sein Inhalt sollte sich auf den Fortschritt im Team und die neuesten Ereignisse beziehen, die mit Fotos dokumentiert sind. Er dient dazu den Kontakt zu den Sponsoren und den anderen Interessenten zu halten und sie dazu zu bringen, das Team weiterhin zu unterstützen.

Zu Beginn eines solchen Projekts ist es äußerst schwierig, Firmen für sich zu gewinnen. Hier ein paar Gründe, die uns gegenüber erwähnt wurden, warum Firmen so ein Projekt nicht unterstützen wollen.

Viele Firmen sind verunsichert, ob aus diesem Projekt überhaupt etwas wird. Nachdem wir zu Beginn eigentlich nur eine Idee verkauften, war es uns auch nicht möglich bereits fertige Elemente, wie Komponenten, andere Sponsoren oder überhaupt sogar ein Auto vorzuweisen.

Des Weiteren ist auch oft die Frage des Zielpublikums unseres Projekts ein Grund des „nicht-finanzierens“ gewesen. Viele Firmen und Unternehmen waren überzeugt, dass wir nicht Ihr Publikum erreichen könnten und sahen somit keinen Grund der Unterstützung.

Häufig wird auch die derzeitige Wirtschaftslage erwähnt, die jegliche Unterstützung unmöglich machen soll.

Ein wirklich wichtiger Punkt im Bezug auf Sponsoring ist der Zeitpunkt des Projektbeginns. Viele Firmen verwenden einen gewissen Teil ihres Umsatzes für Sponsorangelegenheiten. Allerdings wird dieses Budget bereits sehr frühzeitig festgelegt. In manchen Firmen bereits im August des Vorjahres. Ein früher Beginn des Projekts und zwar im Sinne des Jahreskalenders kann die Wahrscheinlichkeit auf Sponsorgelder etwas erhöhen.

Eine gute Sponsorkampagne passiert nicht einfach. Es braucht Zeit und Erfahrung. Oft sind Studierende, die in diesem Bereich wirklich gut geworden sind aufgrund ihrer Graduierung nicht mehr erreichbar. Hier ist es wichtig Junior Studierende zu haben, die sich in den letzten Monaten des Vorgängers an seine Fersen heften und von ihm Tipps und Erfahrung bekommen, um in Zukunft seine Arbeit zu übernehmen.

#### Universität

Der größte Aufwand bestand für uns sicher darin, die Universität von uns und dem Projekt zu überzeugen. Die vielen Gespräche waren, so erfolgreich sie auch teilweise ausgegangen sind, anstrengend und benötigten sehr viel Zeit und Arbeit.

Wichtig ist eine gute Beziehung zur Fakultät, der Universität und den wichtigen Professoren. Nur dadurch ist es möglich, die Bürokratie ein wenig zu umgehen und Prozesse in der Universität der Formula Student anzupassen.

Bei jedem Kontakt mit der Universität, sei es Rektor, Dekan, ein Professor oder Sekretärin, ist immer auf perfektes Auftreten zu achten. Präsentationen werden in Anzug abgehalten, Gespräche in smarterer Kleidung geführt.

Die Sprache sollte verständlich sein, was nicht bedeutet seinen Ursprung zu verleugnen, doch die Zuhörer sollen das Gesagte verstehen. Die Personen sollen von der Wichtigkeit dieses Unterfangens überzeugt sein. Dies kann nur dann funktionieren, wenn man als Projektgründer ernst genommen wird und als gleichwertiger Gesprächspartner akzeptiert wird. Diese Gespräche sind keine Prüfung! Man ist Sprecher eines einzigartigen Projekts, und so sollen es alle verstehen.

### Teamführung

In so einem Projekt ist Motivation das Um und Auf. Die Motivation muss direkt von der Geschäftsleitung kommen. Projektleiter müssen die angestrebten Werte von Anfang an vorleben. In diesem Projekt arbeiten alle freiwillig und unentgeltlich. So viel Freizeit wird nur dann aufgebracht, wenn man Spaß hat und die notwendige Motivation in der Gruppe herrscht. Diese wird durch mehrere Artikel in Zeitungen und Magazinen, Berichte im Fernsehen oder während großer öffentlicher Präsentationen über das Projekt erzeugt. Diese Motivation gibt dem Team die notwendige Kraft und den Willen - ja vor allem den Stolz - in so einem Team arbeiten zu können, zu wollen.

Doch die sicherlich größte Motivation ist es, wenn Juroren bei den Events in England das Team für ihre Arbeit loben und sich schon auf das kommende Jahr freuen. So geschehen heuer bei uns in England. Es war schon ein berauschendes Gefühl, wenn die viele Arbeit und die großen Mühen geschätzt und gelobt werden. Das halbe Team war versammelt und ich bin mir sicher, jedem ist es kalt über den Rücken gelaufen.

Erfolge zu haben heißt, eine Bestätigung zu bekommen auf dem richtigen Weg zu sein, und das ist Motivation pur!

### Design, Konstruktion, Fertigung

Make it simple! Tätowiert es euch auf die Stirn, schreibt es euch auf den Spiegel im Badezimmer oder verwendet es bei der Meditation. Macht, was ihr für notwendig empfindet um es in euer Gehirn einzubrennen den Rennwagen so einfach wie möglich zu bauen. Einfachheit ist am schwierigsten zu erreichen, weil es die meiste Denkarbeit, intensivste Planung und oft wiederholende Konstruktion verlangt. Auch sollte die Anzahl der benötigten Teile auf ein Minimum reduziert werden. Teile die weggelassen werden wiegen nichts, kosten nichts und können keine Probleme verursachen! Darüber hinaus benötigen mehr Teile mehr Zeit zum Zusammenbauen und das muss im Costreport beachtet werden.

Was immer wieder zu wenig beachtet wird ist, so eigenartig es klingt, das Reglement. Es kann nicht zu oft durchgelesen werden! Häufig werden Teams disqualifiziert, weil irgendein kleiner Teil nicht den Regeln entspricht. Man sollte alles daran setzen, um dieser Peinlichkeit zu entgehen.

Ein weiterer wichtiger Punkt war die Dokumentation der Teile. Hier muss vor allem die Bezeichnung eindeutig passen und eine Änderungsnummer in ihr enthalten sein. Außerdem ist zu klären, ob es möglich ist, auch von zu Hause konstruieren zu können.

In diesem Fall ist eine perfekte Koordination (Änderungsmanagement) der einzelnen Teile mit den Konstrukteuren erforderlich, um nicht aus alten Zeichnungen falsche Informationen zu holen und auf diese aufbauend ein neues Teil zu konstruieren.

### Homepage

Ein weiterer Punkt ist die Homepage. Interessierte Personen informieren sich in erster Linie auf der Homepage über das Projekt und die Arbeiten des Teams. Sie ist somit die direkteste Verbindung zur „Außenwelt“. Wichtig ist hierbei nicht unbedingt der optische Eindruck, zumindest nicht zu Beginn. Wichtig ist, dass Interessenten sich Informationen von dieser Homepage holen können, und zwar einfach. Das heißt der Aufbau dieser Homepage darf nicht zu kompliziert sein und sie muss regelmäßig aktualisiert werden. Ziel ist es Informationen interessant zu präsentieren!

### Präsentationstechniken

Wie schon einmal erwähnt ist jegliches Auftreten in Bezug auf das Projekt sehr wichtig, da es immer eine Art Präsentation des solchen ist, wenn auch manchmal nur sehr speziell, und sollte deshalb dementsprechend ablaufen.

An erster Stelle steht das Outfit. Alle Präsentationen werden in Anzug gehalten. Die Sprache muss gut verständlich sein. Höflichkeit und ein freundlicher Umgangston sind obligatorisch.

Es ist nützlich, Präsentationen vorher oft durchzusprechen, entweder vor dem Spiegel oder sogar vor Publikum. Das Verwenden von Präsentationskarten verhindert unangenehme „Black Outs“ und durch den direkten Augenkontakt mit dem Publikum wird Selbstbewusstsein und Durchsetzungsvermögen vermittelt. Wichtig dabei ist die Verwendung von visuellen Hilfsmitteln, wie Informationsfolder oder besser noch eine Powerpointpräsentation.

Falls Medienvertreter zu der Präsentation eingeladen wurden, sollte diese am Vormittag oder am frühen Nachmittag veranstaltet werden, da Reporter und Fernseheteams später keine Zeit mehr dafür haben!

Große, für die Öffentlichkeit zugängliche Präsentationen, geben eine gute Möglichkeit neue Kontakte zu bekommen. Die Bereitstellung eines Buffets und die räumliche Gestaltung durch projektbezogene Plakate unterstützen dies durch eine angenehme Atmosphäre. Alles in allem sind Präsentationen der offizielle Draht zur Außenwelt und werden in erster Linie als Informationsübertragung gesehen, aber auch als die Möglichkeit für die jeweiligen Sponsoren zu werben.

Diese Schlussfolgerungen und vor allem die Tipps und die zu beachtenden Punkte wurden alle durch beiharte Realität erfahren. Sie sollen hier beschrieben werden, um künftigen Teams und deren Teammitgliedern diese Erfahrungen zu ersparen und ihnen die Möglichkeit geben von vorne herein richtig zu reagieren bzw. zu agieren.

## 6 Ausblick & offene Punkte

Zum Zeitpunkt der Abgabe dieser Arbeit ist unser Team am Ende der Konstruktionsphase. Wir begannen im November 2002 mit diesem Projekt und konnten die damals erstellte Projektplanung einhalten. Für die Zukunft hoffen wir natürlich, dass sich unsere Planung auch weiterhin verwirklichen lässt, und wir unser Ziel „Rookie of the year“ erreichen.

Schon Anfang März planen wir mit unserem Auto für die ersten Testfahrten bereit zu sein. Bis dahin ist es allerdings noch ein recht steiniger Weg und so manche Hürden sind noch zu nehmen. Doch sind wir der Überzeugung, dass wir mit unserem hochmotivierten Team auf die gleiche Art und Weise wie bisher unser Ziel erreichen werden.

Es wäre für uns ein großer Erfolg die erste Universität in Österreich zu sein, die an diesem Bewerb teilnimmt und mit einem perfekten Rennauto auf sich aufmerksam macht.

Darüber hinaus ist es für uns eine tolle Bestätigung, dass es auch in Österreich möglich ist, so ein großes Projekt aus dem Boden zu stampfen und dafür viele Leute interessieren zu können.

Ein Land wo Träume wahr werden? Vielleicht, aber mit Sicherheit gibt es die Möglichkeit ihnen nachzugehen und damit etwas komplett Neues zu erschaffen. Für uns war es ein Traum, der erste Schritt ist getan und wir hoffen, dass er sich auch ganz erfüllt.

In England hatten wir heuer die Möglichkeit, unser Konzept in der Klasse 3 zu präsentieren und wurden im Gesamtklassament auch gleich mit dem 3. Platz belohnt, hinter Teams, die schon seit mehreren Jahren auch in der Klasse 1 teilnehmen und somit wissen, „wie der Hase läuft“. Es war für uns eine guttuende Bestätigung unserer harten Arbeit und eine hervorragende Motivation unseren Weg mit dem gleichen Ehrgeiz weiterhin zu bestreiten.

Sollte es uns gelingen, dieses Projekt heuer nicht nur erfolgreich zu beenden, sondern dieses Team auch auf weitere Jahre als ein Fixum der Ausbildung an der TU Graz etablieren zu können, hätten wir dadurch die wunderbare Verbindung der theoretischen Ausbildung mit der praktischen Erfahrung geschaffen.

Dadurch wäre es möglich, kommenden Studierenden ebenso die Möglichkeit zu geben, an so einem Hightechprodukt zu arbeiten, Team- und Projekterfahrung zu sammeln. Dieses Projekt mag manche Studienzeit um ein paar Monate verlängern, doch die dadurch errungene Fülle an Gelerntem und an Erfahrungen in jedem Bereich wiegt diese Zeit bei weitem wieder auf und ist nirgendwo sonst zu bekommen!

Dieses Jahr entscheidet über das Überleben des TUG Racing Teams. Sofern wir unsere Ziele erreichen, steht einem langlebigen TUG Racing Team nichts im Wege. Dafür haben wir bereits hart gearbeitet und werden uns weiterhin dafür einsetzen, dass dieses Team erfolgreich bleibt! Vorausschauend können wir ob der erfolgreichen Vergangenheit in eine vielversprechende Zukunft blicken.

# Anhang A

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Zusammenspiel von Qualität, Kosten und Zeit gestern und heute.....</i>	<i>7</i>
<i>Abb. 2: Objektorientierter Projektstrukturplan.....</i>	<i>10</i>
<i>Abb. 3: Aufgabenorientierter Projektstrukturplan.....</i>	<i>11</i>
<i>Abb. 4: Phasenorientierter Projektstrukturplan.....</i>	<i>11</i>
<i>Abb. 5: Kombiniertes Projektstrukturplan.....</i>	<i>12</i>
<i>Abb. 6: Projektguideline, TUG Racing Team.....</i>	<i>13</i>
<i>Abb. 7: Controlling – Regelkreis.....</i>	<i>15</i>
<i>Abb. 8: Gremien und Instanzen.....</i>	<i>17</i>
<i>Abb. 9: Reine Projektorganisation.....</i>	<i>19</i>
<i>Abb. 10: Stabs-Projektorganisation.....</i>	<i>20</i>
<i>Abb. 11: Matrix-Projektorganisation.....</i>	<i>21</i>
<i>Abb. 12: Grundbegriffe des Systemdenkens.....</i>	<i>22</i>
<i>Abb. 13: Fertigung als System - Aspekt Materialfluss als Graph, TUG Racing Team.....</i>	<i>23</i>
<i>Abb. 14: Die 4 Grundideen und ihr Zusammenhang.....</i>	<i>25</i>
<i>Abb. 15: Einengung des Betrachtungsfeldes.....</i>	<i>26</i>
<i>Abb. 16: Stufenweise Variantenbildung und Ausscheidung, verbunden mit dem Vorgehensprinzip „Vom Groben zum Detail“.....</i>	<i>27</i>
<i>Abb. 17: Phasenkonzept.....</i>	<i>28</i>
<i>Abb. 18: Simultaneous Engineering als überlapptes Phasenmodell.....</i>	<i>29</i>
<i>Abb. 19: Problemlösungszyklus, Zusammenhänge der Teilschritte.....</i>	<i>31</i>
<i>Abb. 20: Projektguideline TUG Racing Team.....</i>	<i>45</i>
<i>Abb. 21: Phasenplan in der Automobilentwicklung.....</i>	<i>46</i>
<i>Abb. 22: Phasenplan des TUG Racing Teams.....</i>	<i>46</i>
<i>Abb. 23: Phasenorientierter PSP mit der Dokumentation des Leistungsfortschritt.....</i>	<i>48</i>
<i>Abb. 24: Aufgabenorientierter PSP mit Arbeitspaketvergabe und Dokumentation des Fortschritts.....</i>	<i>49</i>
<i>Abb. 25: Objektstrukturplan 2. Ebene, TUG Racing Team.....</i>	<i>51</i>
<i>Abb. 26: Objektstrukturplan 3.Ebene, TUG Racing Team.....</i>	<i>52</i>
<i>Abb. 27: Darstellung der Phasen im Balkendiagramm, TUG Racing Team.....</i>	<i>55</i>
<i>Abb. 28: Darstellung der Konzeptphase im Balkendiagramm am Beispiel Motor, TUG Racing Team.....</i>	<i>56</i>
<i>Abb. 29: Schematische Darstellung des Begriffes Zeitpuffer.....</i>	<i>57</i>
<i>Abb. 30: Netzplan TUG Racing Team.....</i>	<i>58</i>
<i>Abb. 31: Excel-Zeitplan, TUG Racing Team.....</i>	<i>59</i>
<i>Abb. 32: Teamstruktur, TUG Racing Team.....</i>	<i>63</i>
<i>Abb. 33: Informationssystem.....</i>	<i>68</i>
<i>Abb. 34: 3D Model, TUG Racing Motor.....</i>	<i>79</i>
<i>Abb. 35: Designstudie, TUG Racing Team.....</i>	<i>80</i>
<i>Abb. 36: Festigkeitsanalyse, TUG Racing Team.....</i>	<i>81</i>
<i>Abb. 37: Meilensteintrenddiagramm, TUG Racing Team.....</i>	<i>87</i>
<i>Abb. 38: Kostentrenddiagramm, TUG Racing Team.....</i>	<i>88</i>
<i>Abb. 39: Ordnerbaum, TUG Racing Team.....</i>	<i>93</i>
<i>Abb. 40: Dokumentenkopf, TUG Racing Team.....</i>	<i>93</i>
<i>Abb. 41: Protokollvorlage, TUG Racing Team.....</i>	<i>110</i>
<i>Abb. 42: Bewerbungsbogen, TUG Racing Team.....</i>	<i>111</i>
<i>Abb. 43: Sponsorpaket, TUG Racing Team.....</i>	<i>112</i>
<i>Abb. 44: Pflichtenheft Motor, TUG Racing Team.....</i>	<i>113</i>

## Anhang B

### Tabellenverzeichnis

<i>Tab 1: Beispielhafte Schwachstellen bei Projekten, verursacht durch unzureichende Projektplanung.....</i>	<i>9</i>
<i>Tab 2: Zusammenfassung der PGL, TUG Racing Team.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab 3: Hauptkomponenten, TUG Racing Team.....</i>	<i>50</i>
<i>Tab 4: Zusammenhang von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen, TUG Racing Team.....</i>	<i>66</i>
<i>Tab 5: Analysemethode für den Motor, TUG Racing Team.....</i>	<i>76</i>
<i>Tab 6: Rollenbeschreibung „Geschäftsleitung“ .....</i>	<i>107</i>
<i>Tab 7: Rollenbeschreibung „Projektleiter“ .....</i>	<i>108</i>
<i>Tab 8: Rollenbeschreibung „Projektcontroller“ .....</i>	<i>109</i>

## Anhang C

### Literaturverzeichnis

1. Patzak G., Rattay G., Projekt Management, Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, 3.Auflage, 1998
2. Haberkellner, Nagel, Becker, Büchel, von Massow, Systems Engineering, Methodik und Praxis, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, 1999
3. „Internationales Projektmanagement“, Leistungsplanung, Paar
4. Seibert S., Technisches Management, Innovationsmanagement, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Verlag Teubner, 1998

## Anhang D

### Rollen

#### Geschäftsleitung

Eine erfolgreiche Projektabwicklung erfordert eine kontinuierliche Beziehung der Geschäftsleitung zum Projekt. In einem gut funktionierenden Projekt wird die Geschäftsleitung als wichtiger Vertreter der Projektinteressen immer dann aktiv, wenn die persönliche und organisatorische Autorität des Projektleiters nicht mehr ausreicht. Die Geschäftsleitung beinhaltet Personen aus dem wirtschaftlichen und dem technischen Bereich des Teams. Dadurch können Entscheidungen, die das gesamte Projekt betreffen, besser getroffen werden.

Im Einzelnen fallen der Geschäftsleitung folgende Aufgaben zu:

- Auswahl des (der) Projektleiter, Erteilung des Projektauftrags
- Vorleben der Unternehmenskultur
- Treffen projektbezogener, strategischer Entscheidungen
- Wahrnehmen von Controllingaufgaben
- Vertretung der Projektinteressen nach außen
- Verantwortlich für die Sicherung des Wissens

Eine zusammenfassende Aufstellung der Rolle des Projektauftraggebers zeigt Tab. 6.

Rollenbeschreibung: Geschäftsleitung	
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Abstimmung und Vermittlung der Unternehmensziele und der Projektziele</li> <li>➤ Klare Entscheidungen</li> <li>➤ Gute Teamführung</li> <li>➤ Sicherung eines funktionierenden Personalmanagements</li> </ul>
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Festlegung der Ziele und Strategien</li> <li>➤ Bestimmung des (der) Projektleiter(s)</li> <li>➤ Übergeordnete Projektkontrolle</li> <li>➤ Verantwortlich fürs Recruiting</li> <li>➤ Regelmäßige Gespräche mit Projektleiter</li> <li>➤ Ressourcenmanagement</li> </ul>
Verhaltenserwartungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gesamtüberblick über alle laufenden Projekte wahren</li> <li>➤ Perfektes Auftreten nach außen</li> <li>➤ Teamorientiertes Verhalten, Auftreten</li> <li>➤ Module selbstständig arbeiten lassen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projektbeauftragung</li> <li>➤ Bestellung Projektleiter</li> <li>➤ Strategische und finanzielle Entscheidung</li> <li>➤ Vergabe von Unterschriftenberechtigung</li> </ul>

Tab 6: Rollenbeschreibung „Geschäftsleitung“

## Projektleiter

Wesentliche Aufgaben eines Projektleiters sind:

- Projektdefinition in der Startphase
- Zusammensetzung und Führung des Projektteams
- Gestaltung der Projektorganisation und -kultur
- Erstellung und Wartung der Projektpläne
- Management interner und externer Schnittstellen
- Gestaltung des Projektinformationssystems und der Kommunikation
- Projektcontrolling, Projektdokumentation und -abschluss (s. Tab. 7)

### Rollenbeschreibung: Projektleiter

Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erreichung aller Projektziele</li> <li>➤ Sicherstellung, dass der Projektauftrag ordnungsgemäß abgewickelt wird</li> <li>➤ Führung des Projektteams</li> <li>➤ Personalentwicklung des Teams</li> </ul>
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Projektplanung und -controlling</li> <li>➤ Projektorganisation, insbesondere Aufgabenverteilung</li> <li>➤ Erarbeitung von Strategien und der Maßnahmen zur Erreichung der Zielvorgaben</li> <li>➤ Führung des Projektteams und Leitung der Projektteamsitzung</li> <li>➤ Erfüllung interner Erfordernisse (Herbeiführen von Entscheidungen, Projektinformation,...)</li> <li>➤ Gestaltung der Beziehung zu wichtigen Umfeldgruppen</li> <li>➤ Projektadministration und Dokumentation</li> </ul>
Verhaltenserwartungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Überblick über das ganze Projekt wahren</li> <li>➤ Kundenorientiert, teamorientiert, kooperativ</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eigenverantwortlich im Rahmen der mit dem Auftraggeber vereinbarten Ziele</li> <li>➤ Unterschriften aller Projektdokumente</li> <li>➤ Finanzielle Entscheidungen</li> </ul>

Tab 7: Rollenbeschreibung „Projektleiter“

## Controller

Folgende Aufgaben sind Teil des Projekt-Controllings:

- Methodische Unterstützung bei der Projektplanung und -steuerung
- Hilfe bei der Gestaltung wichtiger Prozesse
- Mitwirkung bei Entscheidungsvorbereitungen
- Projektdokumentation, Berichtswesen
- Regelmäßige und rechtzeitige Information über Projektstatus (s. Tab. 8)

### Rollenbeschreibung: Projektcontroller

Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geregelter und kontrollierter Ablauf des Projekts</li> <li>➤ Funktionierendes Frühwarn- und Steuerungssystem</li> <li>➤ Geordnete Archivierung der Dokumente</li> </ul>
Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Regelmäßige und rechtzeitige Information über Projektstatus</li> <li>➤ Mitgestaltung der Projektplanung</li> <li>➤ Dokumentation über Verlauf und Ereignisse</li> </ul>
Verhaltenserwartungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Übersicht über gesamten Ablauf wahren (Termine, Aufwand, Kosten)</li> <li>➤ Kooperatives Verhalten</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Einsicht in jegliche Projektunterlagen</li> <li>➤ Eingeschränkte Weisungsbefugnis (nach Absprache)</li> </ul>

Tab 8: Rollenbeschreibung „Projektcontroller“

## Protokolle

Anhand der Protokollvorlage eines M-Meetings soll die Möglichkeit einer Dokumentation eines Meetings aufgezeigt werden.

Die Kopfzeile dient dazu die notwendige Bezeichnung für die Dokumentation zu beinhalten, Verfasser, Datum und Dokumentenbezeichnung.

Die einzelnen Punkte der Tagesordnung wurden mit der Zeit durch Erfahrung in diese Reihenfolge gebracht und erwiesen große Nützlichkeit (s. Abb. 41).

<b>TUG Racing Team</b> Verfasser: [Name] Datum: [Datum] M-Meeting-[Modul]-M[Nr.]	
<p><b>1. ANWESENDE</b></p> <p>➤</p> <p><b>2. DRINGENDE NEUIGKEITEN:</b></p> <p><b>3. AUFGABENÜBERARBEITUNG:</b></p> <p><b>4. RUNDE:</b></p> <p><b>5. AUFGABENVERTEILUNG:</b></p> <p><b>6. OFFENE PUNKTE:</b></p>	

Abb. 41: Protokollvorlage, TUG Racing Team

## Bewerbungsdatenblätter

Mit diesen Datenblättern war es uns möglich eine Tendenz der Interessen auszuloten und so Positionen mit Studierenden zu besetzen, die die entsprechenden Interessen und auch Kompetenzen hatten (s. Abb. 42).



### DATENBLATT

Name: \_\_\_\_\_

E-Mail: \_\_\_\_\_

Schulbildung: \_\_\_\_\_

Studienrichtung: \_\_\_\_\_

Studienzweig: \_\_\_\_\_

Studienabschnitt: \_\_\_\_\_

Motivation: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Interesse:

Chassis	<input type="checkbox"/>
Aufhängung	<input type="checkbox"/>
Motor	<input type="checkbox"/>
Drivetrain	<input type="checkbox"/>
Elektrik + Elektronik	<input type="checkbox"/>
Public Relations	<input type="checkbox"/>
Sponsoring	<input type="checkbox"/>
X-Active	<input type="checkbox"/>
Costmanagement	<input type="checkbox"/>

Abb. 42: Bewerbungsbogen, TUG Racing Team

## Sponsorkonzept



[www.racing.tugraz.at](http://www.racing.tugraz.at)

TUG Racing Headquarter | Köpferkogelgasse 24 / Zi. 151 | 8010 Graz | phone 0316 873 /7602 | info@racing.tugraz.at

### Sponsoring Paket TUG Racing Team 2003/2004

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen gemeinsam mit uns und lassen Sie sich vom „Racing Spirit“ begeistern. Wir vermitteln unserer Zielgruppe und Ihren Kunden unsere frischen Ideen und dynamisch innovative Arbeitsweise.

Wir informieren Sie laufend über die Entwicklung in allen Bereichen unseres Teams und die Etappen unseres Weges zum Erfolg. Bei sämtlichen öffentlichen Auftritten und Präsentationen unseres Boliden haben Sie hiermit die Möglichkeit, Ihr Unternehmen mit uns richtig in Szene zu setzen.

Zu diesem Zweck bieten wir Ihnen folgende Werbeflächen: Rennbekleidung, Teamkleidung, bei Präsentationen, in Publikationen, in Printmedien, in unserem Newsletter, auf unserer Homepage und in Informationsblättern der TU Graz.

Neben Professoren und Studierenden der TU Graz ließen sich schon viele weitere Rennsportfans von unseren Ideen faszinieren. Nicht nur Techniker, sondern alle Studierenden in Graz werden sich mit unserem Team, das ein Aushängeschild auf internationaler Ebene darstellt, identifizieren können.

Durch die breite mediale Präsenz werden neben Motorsportbegeisterten auch Hobby- und Nachwuchsrennfahrer, Bastler und Heimwerker, die an ihren Autos stundenlang selbst herumschrauben, direkt angesprochen. In enger Zusammenarbeit mit der heimischen Industrie und Wirtschaft, besonders dem Automobilsektor, werden indirekt auch die Arbeitnehmer in diesen Branchen erfasst.

Unseren Partnern wollen wir vier verschiedene Pakete anbieten:		
<b>Bronze</b>	> 1.000 €	Logo auf Homepage (Partnerseite) mit Link auf ihr Unternehmen Logo auf der Sponsortafel auf der Universität Logo in Newsletter und offiziellem Infofolder sowie in der Projektmappe
<b>Silber</b>	> 3.000 €	<b>... Bronze plus</b> Firmenname auf Teamkleidung und kleines Logo auf Rennwagen Einbindung in Präsentationen und Publikationen
<b>Gold</b>	> 7.000 €	<b>... Silber plus</b> Logo auf Rennwagen (Nase seitlich) Logo auf Teamkleidung Logo auf allen Drucksorten (Fuß- oder Kopfzeile) Logo bei allen Veranstaltungen, Präsentation und Publikationen Homepage (Startseite)
<b>Platin</b>	> 10.000 €	<b>... Gold plus</b> Großes Logo auf Rennwagen (Seitenkasten und Nase) Großes Logo auf Teamkleidung Möglichkeit das TUG Racing Car für Firmen-Präsentationen auszuborgen



Wir freuen uns darauf, Sie als unseren Partner begrüßen zu können.

Ihr TUG Racing Team

Abb. 43: Sponsorpaket, TUG Racing Team

## Pflichtenheft Auszug

Hier ein Auszug aus dem Pflichtenheft des Motors. Wie man sehen kann sind alle Hauptkomponenten aufgelistet und die einzelnen Hauptaufgaben festgelegt. Diese Aufgaben werden dann für den Projektstrukturplan herangezogen (s. Abb. 44).

**TUG Racing Team**  
[www.racing.tugraz.at](http://www.racing.tugraz.at)



Pflichtenheft *Motor*

---

Der Bereich Motor umfaßt die Auslegung und Optimierung des Antriebsaggregats um ein maximales Drehmoment über einen großen Drehzahlbereich zu erhalten.

### Hauptkomponenten

- Tank
- Motorblock (exkl. Getriebe)
- Zylinderkopf
- Ansaugtrakt
- Auspufftrakt
- Kühler
- Ölwanne

### Hauptaufgaben

- Optimierung und Auslegung des Einlaß- und Auslaßtraktes durch Ladungswechselrechnung (Boost). Der Einlaß und Auslaß besteht aus folgenden Komponenten:
  - Drosselklappe
  - Restriktor
  - Turboverdichter oder Rootsgebläse (optional)
  - Ausgleichsbehälter
  - Ansaugstutzen
  - Ventilerhebungskurve
  - Auslaßkanallänge
  - Schalldämpfer
- Optimierung der Verbrennung
  - Verdichtungsverhältnis
  - Auslegung und Einbau Einspritzanlage (Gemischbildner)
  - Zündanlage
  - Luftverhältnis
- Leistungsabgabeoptimierung
  - Gewichtsoptimierung
  - Verringerung Massenträgheitsmoment
  - Optimierung Zusatzaggregate
- Zusatzaufgaben
  - Trockensumpfschmierung
  - Kühlung auslegen
  - Tankanlage auslegen

Abb. 44: Pflichtenheft Motor, TUG Racing Team

## Anhang E

### Bücherempfehlungen

Nachschlagewerke sind für so ein Projekt ein sehr wichtiger Bestandteil der Datenerfassung. Darüber hinaus bieten diese Bücher einen unglaublich spannenden Einblick in die Welt des Rennsports und der Faszination dabei zu sein.

5. "Der Termin", Tom de Marco
6. "Projektmanagement", Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen, Gerold Patzak / Günther Rattay
7. „Systems Engineering“, Methodik und Praxis, Haberfellner, Becker, Nagel, Büchel, von Massow
8. „Tune to win, The art and science of race car development and tuning“, Carroll Smith,
9. "Drive to win, The essential guide to Race Driving", Carroll Smith
10. "Race Car Vehicle Dynamics", William Milliken, Douglas Milliken
11. "Formula One Technology", Peter Wright
12. "Design of racing and high performing engines", Joseph Harralson

Die Bücher 4.-6. sind auf der Homepage der Society of Automotive Engineering zu finden und zu bestellen. [www.sae.org](http://www.sae.org)