



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für
Luft- und Raumfahrtssysteme



R XXXX X (beim Betreuer beantragen!) Titel der Arbeit

Institut für Luft- und Raumfahrtssysteme

Max Mustermann

22. März 2021

Aufgabenstellung

Die Originalaufgabenstellung ist bei Studienarbeiten dem ungebundenen Institutsexemplar beizufügen, bei Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten dem gebundenen Exemplar zur Vorlage bei der Fakultät. Die Aufgabenstellung bei Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten wird vom Fachbereich ausgegeben (bei CSE-Masterarbeit vom CSE Office), dieser registriert den Beginn und die Abgabe der Arbeit und stempelt diese Angaben auf das letzte Blatt der Original-Aufgabenstellung.

Eine Diplom-, Studien-, Bachelor- bzw. Masterarbeit soll zeigen, dass man in der Lage ist, in begrenzter Frist eine Aufgabe nach wissenschaftlichen Methoden selbständig zu bearbeiten.

Die Aufgabenstellung kann Literaturhinweise enthalten, die als Einstieg in die Aufgabe gedacht sind. Es wird erwartet, daß weitere Literatur selbständig gesammelt wird (Bibliotheken der TU, des Instituts, etc.).

Wichtig: Schriftverkehr mit Dritten bei Nennung des die Arbeit betreuenden Instituts bedarf der vorherigen Genehmigung.

In der Abgabeverision dann dieses Blatt entfernen und an dieser Stelle durch die Aufgabenstellung ersetzen!

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die nachfolgende Arbeit selbständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Literatur angefertigt habe.

Datum, Unterschrift

Übersicht

Die Übersicht enthält kurz gefasste Angaben über die Zielsetzung, die angewandten Methoden und die gewonnenen Ergebnisse. Sie soll das Wesentliche aus dem Inhalt der Arbeit in wenigen Sätzen zusammenfassen und ist der eigentlichen Arbeit voranzustellen (höchstens 1/2 bis 1 Seite). Sie soll also nicht lediglich die Aufgabenstellung wiedergeben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
1.1. Ziele der Arbeit	6
1.2. Vorgehensweise	6
2. Theoretische Grundlagen	7
2.1. Bewertung der Arbeit	7
2.2. Formelzeichen	7
3. Hauptteil	9
3.1. Zitieren	10
3.2. Programmieren	11
3.2.1. Unterunterkapitel	14
4. Ergebnisse	15
4.1. Grafiken und Text	15
4.2. Erstellen dieses Dokuments	16
5. Zusammenfassung	17
6. Fazit und Ausblick	18
Literaturverzeichnis	19
Abbildungsverzeichnis	19
Tabellenverzeichnis	21
Symbolverzeichnis	22
A. Projektmanagement	23
A.1. Work Breakdown Structure	23
A.2. Zeitplan	25
A.3. Work Package Description	27

1. Einleitung

Die Einleitung soll einen Überblick über den Stand der Technik geben, das zu untersuchende System beschreiben und die Aufgabenstellung mit eigenen Worten näher erläutern.

1.1. Ziele der Arbeit

1.2. Vorgehensweise

Hier wiedergeben, wie die zuvor definierten Ziele in den folgenden Kapiteln umgesetzt werden, etwa:

In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen behandelt, wonach dann in Kapitel 3 die Software-Architektur festgelegt und beschrieben wird.

2. Theoretische Grundlagen

2.1. Bewertung der Arbeit

Alle Arbeiten am ILR werden nach einem vorgegebenen Schema bewertet, so dass vorkommen kann, dass Studenten, die eine perfekte Software als Lösung des Problems liefern, oder etwa eine perfekte Konstruktionslösung bieten, dennoch Abzüge in der Note erhalten können, wenn etwa die Dokumentation Schwächen zeigt (äußere Form, *roter Faden* in der Arbeit, Unvollständigkeit, etc.).

Die Beurteilungskriterien sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Inhalt (Einführung, Theorie, Lösungsweg, Ergebnisse, Diskussion)	50%
Äußere Form der Arbeit	15%
Arbeitsweise (Eigene Ideen, Selbständigkeit, Methodik)	30%
Zeiteinteilung	5%

2.2. Formelzeichen

Ein Symbol- und Abkürzungsverzeichnis sind, neben den bereits automatisch durch diese Vorlage erstellten Tabellen- und Abbildungsverzeichnissen, zu erstellen. Dabei wird empfohlen, von dem Paket **glossaries** Gebrauch zu machen, welches ebenfalls in dieser Vorlage eingebunden ist. Hier ein paar Beispiele:

- Ein Symbol, welches im Symbolverzeichnis auftauchen soll: J_2
- Eine Abkürzung wird beim ersten Mal ausgeschrieben: Institut für Luft- und Raumfahrtssysteme (ILR) und ab dem zweiten Mal nicht mehr: ILR

In Gleichungen verwendet man die Formelzeichen analog, wie an Gleichung 2.1 zu sehen ist:

$$E = m \cdot c^2 \quad (2.1)$$

Zunächst werden die als Formelzeichen benutzten lateinischen bzw. deutschen Buchstaben in alphabetischer Reihenfolge geordnet, wobei jeweils die großen Buchstaben den kleinen voranzustellen sind. Dann in gleicher Reihenfolge die dem griechischen Alphabet entnommenen Symbole. Am Schluss sind die häufig benutzten Indizes in alphabetischer Reihenfolge anzugeben. Beinhaltet die Arbeit die Erstellung eines Programms oder von Teilen hierzu, so sollen die im Programm verwendeten Bezeichnungen den Formelzeichen zugeordnet werden. Es sind ausschließlich SI-Einheiten zu verwenden.

Die Sortierung kann ebenfalls automatisch vorgenommen werden, indem im Symbolverzeichnis (Datei: *symbolverzeichnis.tex*) jedem Eintrag der entsprechende **sort**-Schlüssel gegeben wird, z.B.:

- Das Symbol \mathbf{c} soll im Symbolverzeichnis auftauchen. Es handelt sich um einen lateinischen Buchstaben, der Schlüssel zum Sortieren wird mit *sort=xc* vergeben (Präfix *x*, der gleich ersichtlich wird - s.u.).
- Das Symbol α ist ein griechischer Buchstabe und soll erst nach den lateinischen Buchstaben kommen. Entsprechend stellt man den Schlüssel auf *sort=yalpha* (Präfix *y*, sodass griechische Buchstaben immer nach den lateinischen Buchstaben erscheinen werden).

Existieren benötigte Herleitungen bereits in der Literatur, so ist auf diese zu verweisen. Nur zum unmittelbaren Verständnis notwendige Gleichungen sollten dargestellt werden. Es ist darauf zu achten, dass sonstige theoretische Herleitungen schlüssig sind (kontrollieren, ob jede Größe eindeutig definiert ist und keine Gedankensprünge vorhanden sind). Herleitungen soweit wie möglich mit allgemeinen Bezeichnungen durchführen, Zahlenwerte erst im Ergebnisteil (ab Kapitel 3) einsetzen.

3. Hauptteil

Hier werden die zur Lösung der gestellten Aufgaben erforderlichen Arbeiten ausführlich beschrieben. Je nach Aufgabenstellung sind benutzte Theorien und Rechenmethoden zu erläutern, Versuchseinrichtungen zu beschreiben, Festigkeitsnachweise zu führen, Konstruktionsbeschreibungen anzufertigen usw. Der Text soll es dem Leser ermöglichen, die Arbeit inhaltlich zu verstehen, ohne zusätzliche Spezialliteratur zu benötigen, wobei davon ausgegangen wird, dass der Leser einen Bachelor-Abschluss mit einigen Grundlagenkenntnissen zur Luft- und Raumfahrt besitzt. Allgemein zugänglicher bzw. bekannter Lehrbuch- oder Vorlesungsstoff soll daher nicht ausführlich wiederholt, sondern nur, soweit zum Verständnis unbedingt nötig, kurz zusammengefasst und zitiert werden.

Es ist darauf zu achten, dass theoretische Herleitungen schlüssig sind (kontrollieren, ob jede Größe eindeutig definiert ist; keine Gedankensprünge). Theoretische Herleitungen mit allgemeinen Bezeichnungen. Zahlenwerte erst im Ergebnisteil. Die im Rahmen der Arbeit gefundenen Ergebnisse sind in Kapitel 4 ausführlich zu diskutieren. Evtl. auftretende Abweichungen zwischen Theorie und Messung bzw. zwischen verschiedenen Rechenverfahren sind zu deuten. Besonderes Gewicht ist auf die physikalische Interpretation mathematischer bzw. experimenteller Ergebnisse zu legen. Computerprogramme sind bezüglich ihrer Ein- und Ausgabedateien sorgfältig zu dokumentieren. Unterprogrammen sollen mit Zweck und Ein- und Ausgabeparametern dokumentiert werden. Ein Struktogramm, das den logischen Programmablauf darstellt, ist zu empfehlen. Der Quellcode der entwickelten Computerprogramme ist in einem textuellen Dateiformat (ASCII) zusammen mit der Arbeit einzureichen.

Für den Hauptteil sind weiterhin folgende Punkte zu beachten:

- Eigennamen sollen in Großbuchstaben geschrieben werden, z. B. EULER-Winkel. Verweise auf Bilder und Tabellen sind entsprechend dieser Vorlage zu erstellen, z.B.: Abbildung 3.1, Tabelle 3.1.
- Der Raum für Text und Bilder soll möglichst gut ausgenutzt werden, so soll nicht etwa eine Seite nur eine Abbildung in der Mitte enthalten und oben und unten große Leerräume bleiben.
- Nur neue Kapitel (Einleitung, Theoretische Grundlagen, etc.) beginnen auf neuen Seiten.
- Formeln werden automatisch nummeriert, ein Verweis ist folgendermaßen möglich: Gleichung 2.1
- Zu jeder Abbildung und jeder Tabelle gehört eine Bildunterschrift (Abbildung) bzw. -überschrift (Tabelle).
- In Abbildungen sollen die Achsen mit der entsprechenden Größe und der Dimension bezeichnet werden.

- Zahlen entsprechend der ISO-31 mit Tausender-Trennzeichen (Leerzeichen) schreiben: 10 000 und nicht 10000



Abbildung 3.1.: Ein Bild von Kepler.

In Tabellen ist darauf zu achten, dass möglichst wenig vertikale Striche verwendet werden, wie im Beispiel in Tabelle 3.1 gezeigt.

Tabelle 3.1.: Bahntypen als Funktion der Exzentrizität.

Wert der Exzentrizität	Bahntyp
$\epsilon = 0$	Kreis
$0 < \epsilon < 1$	Ellipse
$\epsilon = 1$	Parabel
$\epsilon > 1$	Hyperbel

3.1. Zitieren

Das richtige Zitieren ist Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit. Die TU Braunschweig setzt seit dem 15.07.2014 routinemäßig die Plagiatserkennungssoftware **docoloc** ein, um alle Arbeiten von Studenten auf Plagiarismus zu prüfen.

Es ist also mit äußerster Sorgfalt bei der Verwendung von Textstellen, Herleitungen, Bildern und Daten aus der Literatur bzw. externen Quellen vorzugehen.

Für jede Wiedergabe aus der Literatur folgt die Referenz direkt im Anschluss (nicht erst am Ende des Satzes!). Eine Autor-Jahr-Notation ist empfohlen, welche mit folgendem Beispiel einfach in dieser Vorlage umgesetzt werden kann:

- Ein Zitat mit Klammern: (Autor und Zweitautor, 2012)
- Ein Zitat ohne Klammern: Autor und Zweitautor (2012)

Literaturangaben werden durch **bibtex** (Datei: *literatur.bib*) übernommen und müssen enthalten:

- Bei Artikeln aus Zeitschriften: Verfassername, Titel des Artikels, Name der Zeitschrift, Bandnummer, Erscheinungsjahr, Nummer des Heftes, Anfangs- und Schlussseite des Artikels
- Bei Büchern: Verfassername, Buchtitel, Bandnummer, Auflage, Verlagsort, Verlag und Erscheinungsjahr
- Bei Internet-Seiten: URL sowie Zugriffsdaten
- Informationen, die man etwa aus persönlichen Gesprächen erhalten hat, lassen sich ebenfalls eintragen, z.B.: *Max Mustermann, persönliches Gespräch, Datum*

3.2. Programmieren

Basierend auf einer Top-Down-Analyse des vorgegebenen Problems können zunehmend verfeinerte Flussdiagramme erstellt werden, die bereits eine Programmstruktur implizieren und die Übersicht bei komplexen Programmen erhöhen.

Programme sollten allgemein so geschrieben werden, daß ein Interessierter deren Funktion und deren Ablauf in groben Schritten ohne Dokumentation nachvollziehen kann (selbstdokumentierend). Hierzu dienen Kommentare im Quelltext, eine optische Gliederung des Programmtextes und die weitestgehende Verwendung von strukturierter Programmierung. Ein Anwender sollte vom Programm geleitet und über den Ablauf informiert werden. Benutzereingaben sollten möglichst vom Programm auf Plausibilität gecheckt werden.

Im Folgenden ist ein Code-Beispiel (Fortran) gezeigt, welches die typischen Elemente jedes Haupt- und Unterprogramms zeigt, wobei Anmerkungen darin zwischen "<<" und ">>" gefasst und damit nicht Teil des Quellcodes bzw. der Kommentare des Codes sind. Es handelt sich bei dem Kopfteil um eine Struktur, die es ermöglicht, eine automatische Dokumentation mittels der Software **Doxygen** zu erstellen:

```
!-----
!  
!> @anchor      initGravityPotential  << Doxygen-Kommentare beginnen in Fortran  
!!                                                    << mit !!, der erste jedoch mit !>. Ein  
!!                                                    << @anchor stellt später einen Link auf  
!!                                                    << diese Funktion zur Verfügung >>  
!!  
!! @brief        Initialization...      << Kurzbeschreibung der Funktion >>  
!! @author       Max Mustermann        << Name des Autors >>  
!!  
!! @date         <ul>                  << @date erlaubt eine Revisionshistorie  
!!                                                    << zu führen >>  
!!                <li> 02.10.2012 (initial design)    </li>  
!!                <li> 31.05.2013 (code optimization) </li>  
!!                <li> 19.08.2013 (added ...)         </li>
```

```

!!          </ul>
!!
!! @param[in]  cpath      Path to...      << Beschreibung der Inputgrößen
!! @param[in]  imodel     Model to be...
!! @param[out] cout      Output string... << 'out' für Outputgrößen
!!
!! @details    This routine initializes the... << Detaillierte Funktions-
!!              ....                          << beschreibung, in die z.B. auch
!!                                              << auch die verwendeten Quellen
!!                                              << bzw. Literaturangaben gehören.
!!
!!-----
subroutine initGravityPotential(cpath,imodel,cout)

  implicit none                                << In Fortran immer gut, damit keine Variablen
                                              << implizit deklariert sind, z.B. wäre dann
                                              << ein 'a' automatisch ein integer

  << DEKLARATIONSTEIL>>

  !** interface                                << Zuerst die Schnittstellenvariablen
  !-----
  character(len=*), intent(in)  :: cpath
  integer,              intent(in)  :: imodel
  !-----

  !** local                                    << Dann die lokalen Variablen
  !-----
  character(len=255)            :: cbuf      ! character buffer
  character(len=*), parameter  :: csubid = "initGravityPotential"
  ...

  integer :: i                          ! loop counter
  integer :: ich                        ! input channel
  integer :: ierr                       ! error flag
  ...

  real(dp)  :: fac                      ! multiplication factor
  ...
  !-----

```

```
<< Nun beginnt der eigentliche PROGRAMMTEXT >>
```

```
coeffInitialized = .false.      ! as a new initialization is started...
```

```
!=====
!  
! Decide on which model to use (default: EIGEN-GL04C)  
!  
!-----
```

```
<< Verwendung von logischen 'Blöcken', um Lesbarkeit zu erhöhen...>>
```

```
!** check imodel validity  
if(imodel == EGM96 .or. imodel == EGM08) then  
    nmodel = imodel << Einrückung erhöhen die Lesbarkeit! >>  
else  
    nmodel = EIGEN_GL04C  
end if
```

```
!=====
!  
!   Read earth radius and...  
!  
!-----
```

```
flag_mu    = .false.  
flag_rekm  = .false.
```

```
do i = 1,imax
```

```
    read(ich,'(a)',iostat=ios) cbuf
```

```
    !** earth gravity constant  
    if(index(cbuf, "earth_gravity_constant") /= 0) then
```

```
        read(cbuf,*) ctemp, mu  
        ...
```

```
    end if
```

```
    ...
```

```
end do
```

...

Während die obige Darstellung bereits eine gute Möglichkeit darstellt, um Ausschnitte von Quellcode auch in der eigenen Arbeit zwecks Beschreibung wiederzugeben, gibt es auch weitere Pakete, die etwa auch Syntax-Highlighting unterstützen. Eines davon ist z.B. **minted**.

3.2.1. Unterunterkapitel

4. Ergebnisse

4.1. Grafiken und Text

Im Ergebnis-Teil sollen die Ergebnisse vorgestellt werden, für das Beispiel einer Software-Entwicklung also die mit der entwickelten Software erzielbaren Ergebnisse. Im Falle einer Simulationsentwicklung könnte man hier verschiedene Simulationsszenarien definieren und unter verschiedenen Randbedingungen vorstellen.

Es ist dabei darauf zu achten, dass ein ausgewogenes Verhältnis von Bild und Text besteht. Alle in den Plots vorkommenden Linien sind zu erklären. Jeder Plot benötigt eine vollständige Achsenbeschriftung und ggf. eine Legende. Eine Grafik muss immer selbsterklärend sein, d.h. man muss mit Grafik und Bildunterschrift allein in der Lage sein, das Gezeigte zu verstehen.

Auch bei den Ergebnissen soll weiterhin auf den roten Faden geachtet werden. Der Leser soll Stärken und Schwächen des Tools / der Simulation / der Konstruktion kennenlernen.

Um Plots zu erstellen, lässt sich ebenfalls TikZ nutzen (wie auch für WBS, Zeitplan, etc.). Der Vorteil ist, dass alle Beschriftungen einer Grafik auch dieselbe Schrift und -größe tragen, wie auch der Haupttext. Darüber hinaus sind TikZ-Grafiken auch Vektorgrafiken, sodass Qualitätsverluste nicht zu erwarten sind, wie das etwa bei PNG oder JPG der Fall wäre.

Beispiel für das Plotten von zwei verschiedenen Kurven aus Datenfiles, welches das Paket **pgfplots** nutzt (siehe auch sehr ausführliche Dokumentation mit zahlreichen Beispielen online!):

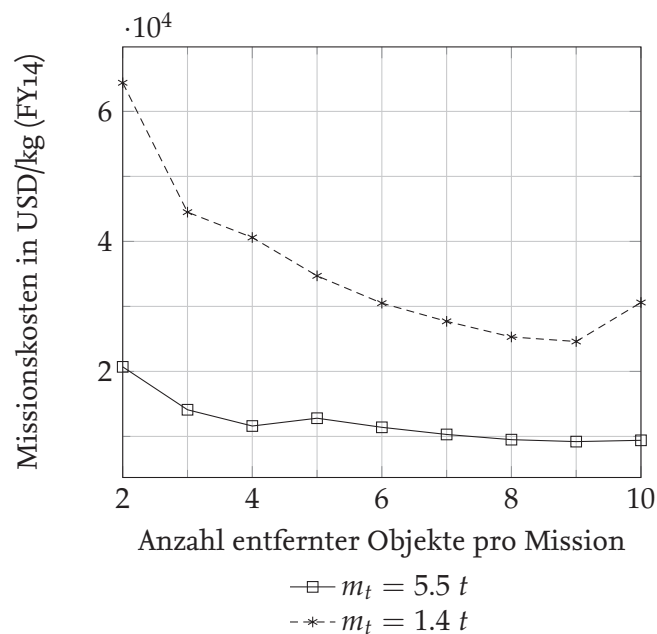


Abbildung 4.1.: Vergleich der Kosten pro kg entfernten Schrotts für hohe und mittlere Objektmassen.

Auch das Plotten von Funktionen ist sehr einfach, wie Abbildung 4.2 für das simple Beispiel einer

quadratischen Funktion zeigt.

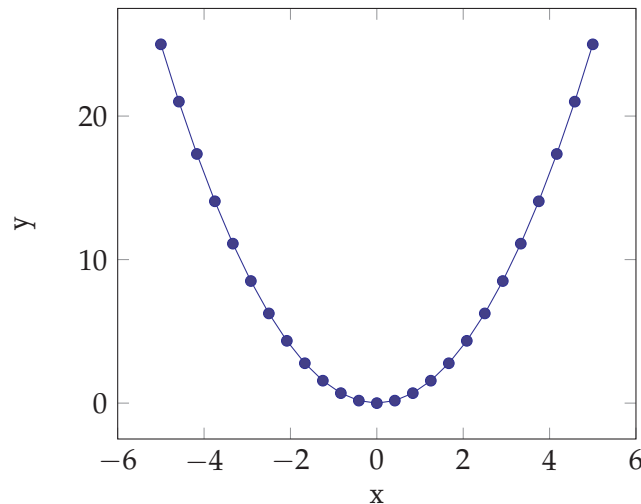


Abbildung 4.2.: Die Funktion $y = x^2$.

Sollte nicht TikZ verwendet werden, ist auch **Gnuplot** zu empfehlen. Allerdings ist dann darauf zu achten, dass sämtliche Beschriftungen gut lesbar sind und auch die Grafiken in der entsprechenden Auflösung, ohne Artefakte, etc. im Dokument erscheinen.

4.2. Erstellen dieses Dokuments

Um das vorliegende Dokument zu erstellen, muss die Datei *vorlage.tex* mit **pdflatex** kompiliert werden. Alle üblichen Entwicklungsumgebungen für Latex stellen diese Funktion zur Verfügung (z.B. Kile unter Linux, MikTeX unter Windows, oder TeXShop auf dem Mac).

Dazu wird die Dokumentenklasse **tubsreprt** benötigt, welche das Corporate Design der TU Braunschweig umsetzt. Diese findet man, samt Installationsanleitung unter <http://www.enricujoerns.de/tubslatex/> (aktueller Release: 1.0.3).

Wichtig, damit auch das Symbol- und Abkürzungverzeichnis funktionieren, ist die Ausführung des Befehls **makeglossaries** ebenfalls auf die Datei *vorlage.tex* angewandt. Die Erstellung des Dokuments verläuft also in mehreren Schritten:

- **pdflatex** auf *vorlage.tex* (erzeugt die für **makeglossaries** benötigten Dateien!)
- **makeglossaries** auf *vorlage.tex* (erstellt das Abkürzungs- und Symbolverzeichnis)
- **pdflatex** auf *vorlage.tex* (ggf. mehrmals!) erstellt nun das Dokument mit allen Referenzen

Der Befehl **makeglossaries** muss in der Regel manuell in der Entwicklungsumgebung eingestellt werden, was für die verschiedenen Typen unterschiedlich ist. Daher am besten Google befragen (z.B. “Kile makeglossaries”).

5. Zusammenfassung

In der Zusammenfassung (mindestens 1,5 Seiten) sollen die theoretische Herleitung und die wesentlichen Ergebnisse so aufgelistet werden, dass sie ohne Kenntnis der vorherigen Abhandlung verständlich sind. Dabei wird in der Vergangenheit geschrieben und die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit wiedergegeben.

6. Fazit und Ausblick

Ein kurzer Ausblick (max. ca. 1 Seite) kann dazu dienen, bei Bearbeitung der gestellten Aufgabe entstandene neue Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen zu nennen.

Literaturverzeichnis

Autor, X., Zweitautor, Y., 2012. Titel. Name des Journals.

Abbildungsverzeichnis

3.1. Ein Bild von Kepler.	10
4.1. Vergleich der Kosten pro kg entfernten Schrotts für hohe und mittlere Objektmassen.	15
4.2. Die Funktion $y = x^2$	16

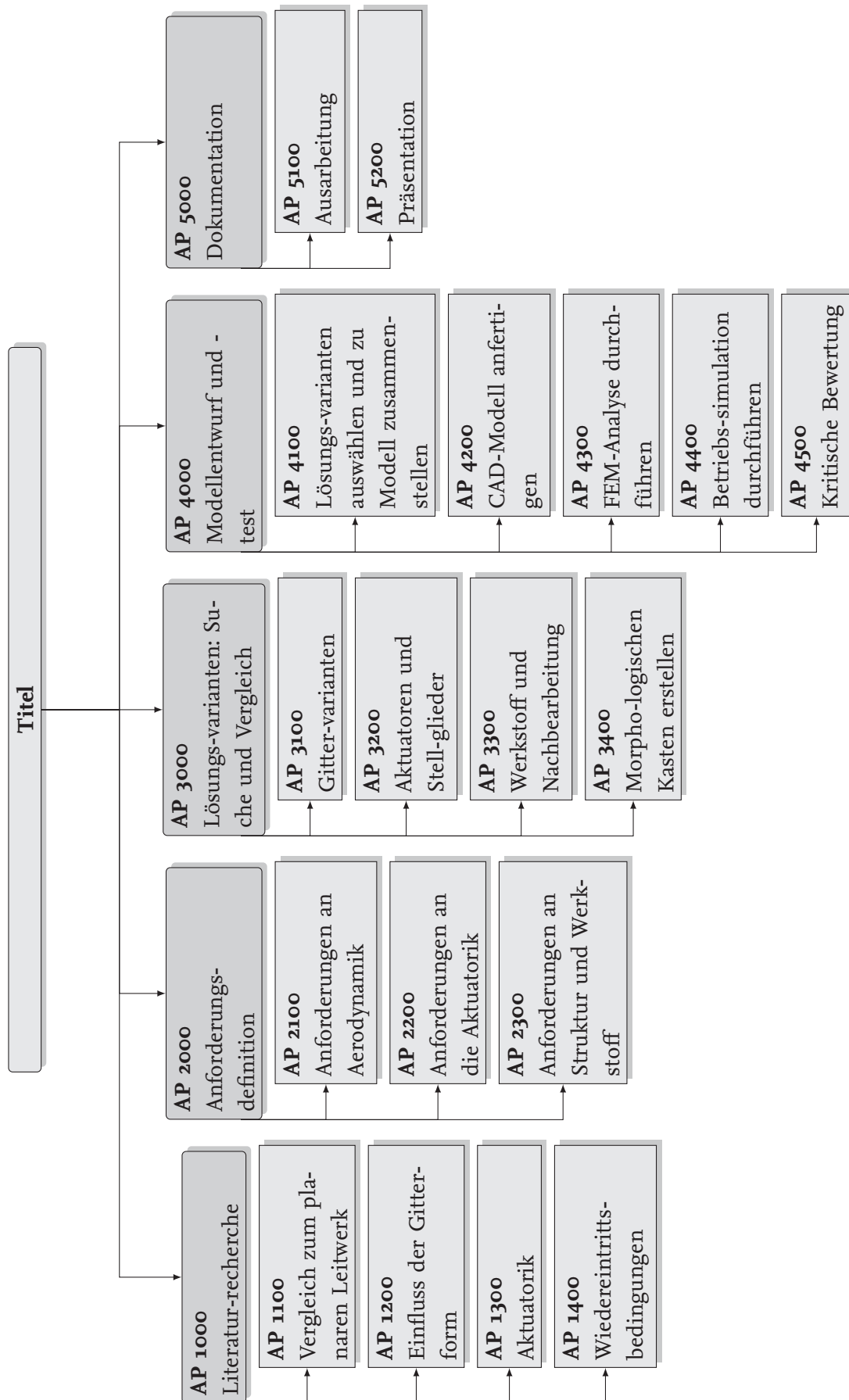
Tabellenverzeichnis

3.1. Bahntypen als Funktion der Exzentrizität.	10
--	----

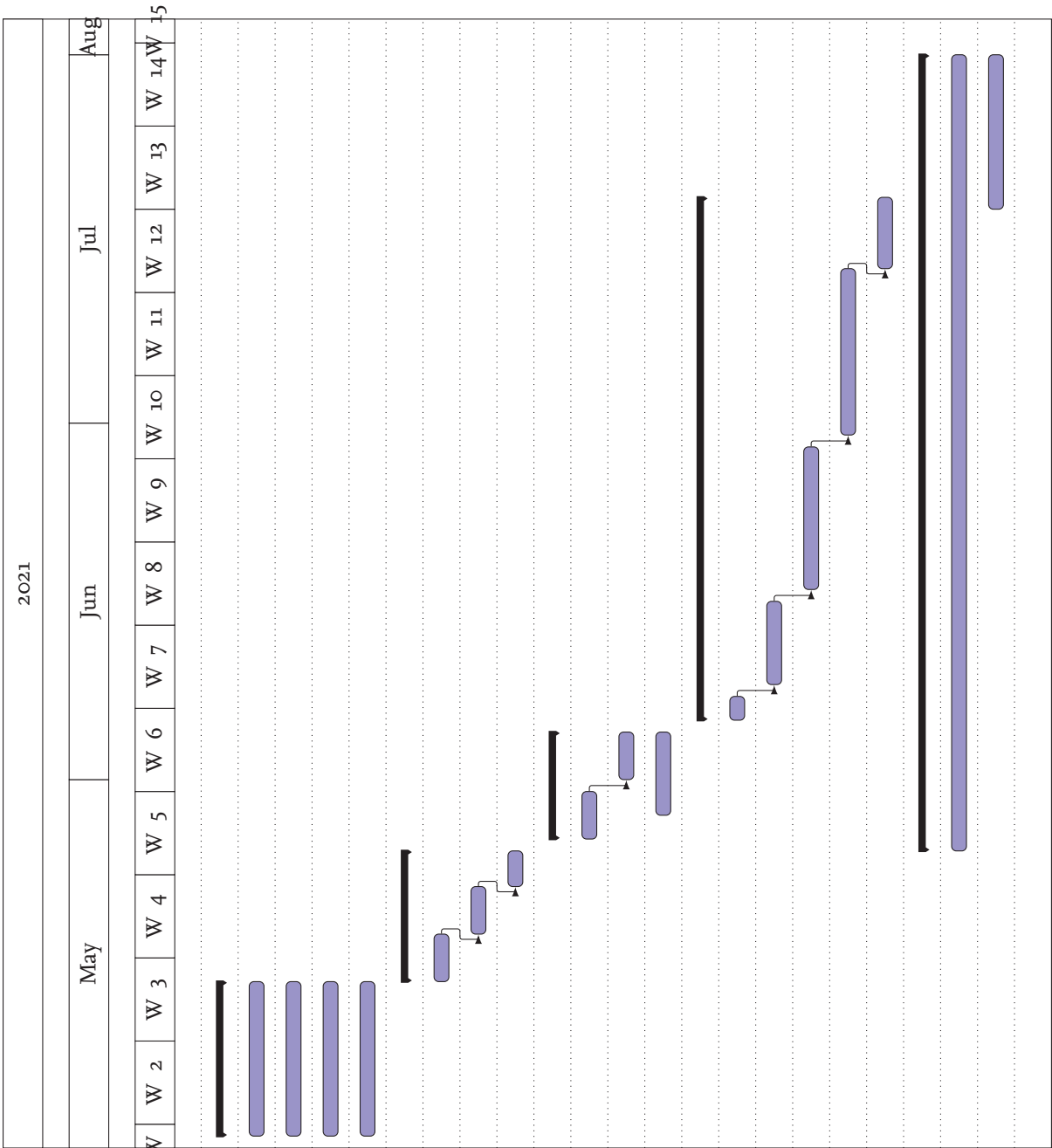
Symbolverzeichnis

A. Projektmanagement

A.1. Work Breakdown Structure



A.2. Zeitplan



- AP 1000: **Literaturrecherche**
- AP 1100: Vergleich zum planaren Flügel
- AP 1200: Einfluss der Gitterform
- AP 1300: Aktuatorik
- AP 1400: Wiedereintrittsbedingungen
- AP 2000: **Anforderungsdefinition**
- AP 2100: Anforderungen an die Aerodynamik
- AP 2200: Anforderungen an die Aktuatorik
- AP 2300: Anforderungen an Struktur
- AP 3000: **Lösungsvarianten: Suche und Vergleich**
- AP 3100: Gittervarianten
- AP 3200: Aktuatoren und Stellglieder
- AP 3400: Morphologischen Kasten erstellen
- AP 4000: **Modellentwurf und -test**
- AP 4100: Lösungsvarianten wählen und zu Modell zusammenstellen
- AP 4200: CAD-Modell anfertigen
- AP 4300: FEM-Analyse durchführen
- AP 4400: Betriebssimulation durchführen
- AP 4500: Kritische Bewertung
- AP 5000: **Dokumentation**
- AP 5100: Ausarbeitung
- AP 5200: Präsentation

A.3. Work Package Description

		AP 1100
Titel	Vergleich zum planaren Leitwerk	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀	
Ende	T ₀ +2 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse über Vor- und Nachteile von Grid Fins im Vergleich zu planaren Leitwerken bezüglich<ul style="list-style-type: none">- Aerodynamik, bei unterschiedlichen Anströmungsbedingungen- Strukturmechanische Eigenschaften- Allgemeine Unterschiede		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zum Vergleich der beiden		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 2200 zur Bestimmung aerodynamischen Einflüsse		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zur Thematik lesen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Vor- und Nachteile von Grid Fins kennen• Wissen, wo und wie sie entsprechend ihrer Eigenschaften einzusetzen sind		

		AP 1200
Titel	Einfluss der Gitterform	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀	
Ende	T ₀ +2 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse über verschiedene Gitterformen und ihren Einfluss auf das aerodynamische Verhalten und die Struktur		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zu den verschiedenen Formen		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 2200 zur Berücksichtigung der Gitterform auf die Aerodynamik• AP 2300 zum Einfluss der Gitterform auf die Struktur		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zur Thematik lesen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Vor- und Nachteile unterschiedlicher Gitterformen kennen		

		AP 1300
Titel	Aktuatorik	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀	
Ende	T ₀ +2 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse über Aktuatoren zur Steuerung der Grid Fins		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zur Aktuatorik• Kataloge von Herstellern		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 3200 zur Auswahl stehende Aktuatoren		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zur Thematik lesen• sich bei Herstellern informieren		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Überblick über mögliche Aktuatorik		

		AP 1400
Titel	Wiedereintrittsbedingungen	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀	
Ende	T ₀ +2 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse zu den Bedingungen beim Wiedereintritt		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zum Wiedereintritt		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 2100 Aerodynamische Einflüsse des Wiedereintritts• AP 2300 Strukturmechanische Einflüsse des Wiedereintritts		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Literatur zur Thematik lesen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Kenntnisse zu Bedingungen beim Wiedereintritt		

		AP 2100
Titel	Anforderungen an die Aerodynamik	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +2 Wochen	
Ende	T ₀ +2,5 Wochen	Dauer: 0,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Sammlung aller aerodynamischen Anforderungen an die Grid Fins		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Vorgaben aus Gespräch mit Betreuer		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 2200 Aerodynamische Kräfte bestimmen Leistung des Aktuators• AP 2200 Aerodynamische Kräfte bestimmen Belastung der Konstruktion		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Aerodynamische Anforderungen definieren• Ggf. nach Wichtigkeit sortieren und in Pflicht und Wunschbedingungen einteilen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Liste aerodynamischer Anforderungen		

		AP 2200
Titel	Anforderungen an die Aktuatorik	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +2,5 Wochen	
Ende	T ₀ +3 Wochen	Dauer: 0,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	

Ziele:

- Sammlung aller Anforderungen an die Aktuatorik der Grid Fins

Input:

- Vorgaben aus Gespräch mit Betreuer
- Kennwerte der Aktuatorik aus Verwendungsbeispielen von Grid Fins als Orientierungswerte

Schnittstellen zu anderen APs:

- **AP 4400** Anforderungen müssen in Betriebssimulation erfüllt werden

Aufgaben:

- Anforderungen an Aktuatorik definieren
- Ggf. nach Wichtigkeit sortieren und in Pflicht und Wunschbedingungen einteilen

Ergebnisse:

- Liste der Anforderungen an die Aktuatorik

		AP 2300
Titel	Anforderungen an Struktur und Werkstoff	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +3 Wochen	
Ende	T ₀ +3,5 Wochen	Dauer: 0,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sammlung aller Anforderungen an die Struktur und dem Werkstoff im Bezug auf die Festigkeit und thermische Belastbarkeit <p>Input:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angaben von 3D-Druck-Anbietern • AP 1400 <p>Schnittstellen zu anderen APs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AP 4100 Anforderungen müssen vom Modell erfüllt werden • AP 1400 Wiedereintrittsbedingungen müssen ausgehalten werden <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen Werkstoff und Struktur definieren • Ggf. nach Wichtigkeit sortieren und in Pflicht und Wunschbedingungen einteilen <p>Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liste der Anforderungen an Werkstoff und Struktur 		

		AP 3100
Titel	Gittervarianten	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +3,5 Wochen	
Ende	T ₀ +4 Wochen	Dauer: 0,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Überblick über die verschiedenen Gittervarianten und ihre Unterschiede haben		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Bisher verwendete Gittervarianten in der Raketentechnik		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 3400 Varianten in Morphologischen Kasten eintragen		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Gittervarianten sammeln• Unterschiede untersuchen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Liste von Gittervarianten		

		AP 3200
Titel	Aktuatoren und Stellglieder	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +4 Wochen	
Ende	T ₀ +4,5 Wochen	Dauer: 0,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Überblick über die verschiedenen Aktuatoren und Stellglieder so wie ihre Unterschiede haben		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Bisher verwendete Steuervarianten für Grid Fins		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 3400 Varianten in Morphologischen Kasten eintragen		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Akuatoren- und Stellgliedervarianten sammeln• Unterschiede untersuchen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Liste von Aktuatoren und Stellgliedern		

		AP 3300
Titel	Morphologischen Kasten erstellen	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +4 Wochen	
Ende	T ₀ +5 Wochen	Dauer: 1 Woche
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Überblick über alle Lösungsvarianten haben		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Lösungsvarianten aus den APs 3100, 3200, 3300		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 4100 Modell mit Lösungsvarianten aus Morphologischen Kasten zusammen stellen		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Aus den vorher erarbeiteten Lösungsvarianten Morphologischen Kasten erstellen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Morphologischer Kasten		

		AP 4100
Titel	Lösungsvarianten auswählen und zu Modell zusammen stellen	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +5 Wochen	
Ende	T ₀ +5,5 Wochen	Dauer: 0,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vollständiges Modell für eine spätere Fertigung <p>Input:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Morphologischer Kasten aus AP 3400 • In AP 2000 definierte Anforderungen <p>Schnittstellen zu anderen APs:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AP 2000 definierte Anforderungen erfüllen • AP 3400 Lösungsvarianten aus Morphologischen Kasten auswählen • AP 4200 gewählte Lösungsvarianten ins CAD-Modell einbauen • AP 4400 in Betriebssimulation einbinden <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht anforderungsgerechte Lösungsvarianten ausschließen • Beste und kombinierbare Varianten auswählen • Gewählte Lösungen zu einem Modell zusammen fassen <p>Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototyp 		

		AP 4200
Titel	CAD-Modell anfertigen	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +5,5 Wochen	
Ende	T ₀ +6,5 Wochen	Dauer: 1 Woche
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• CAD-Modell für<ul style="list-style-type: none">-Import in FEM-Programm-Fertigung mit 3D-Drucker		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Modell aus AP 4100		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 4100 CAD-Modell aus gewählten Teillösungen erstellen• AP 4300 CAD-Modell in FEM-Programm importieren		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Vorher gewähltes Modell in CAD-Programm implementieren		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• CAD-Modell		

		AP 4300
Titel	FEM-Analyse durchführen	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +6,5 Wochen	
Ende	T ₀ +8,5 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Strukturelle Optimierung des Modells• Numerische Bestätigung der Festigkeit einer optimierten Konstruktion		
Input: <ul style="list-style-type: none">• CAD-Modell aus AP 4200		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 4200 CAD-Modell analysieren und anpassen		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Beanspruchung unter Last untersuchen• Über-/unterbeanspruchte Teile der Konstruktion lokalisieren• CAD-Modell rekursiv anpassen und erneut testen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Für Festigkeit optimiertes und überprüftes Modell		

		AP 4400
Titel	Betriebssimulation durchführen	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +8,5 Wochen	
Ende	T ₀ +10,5 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Bestätigung der anforderungsgerechten Auslegung der Aktuatorik		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Anforderungen aus AP 2200• Modell aus AP 4100		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 2200 Erfüllung der Anforderungen• AP 4100 Analyse des Modells		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Verhalten der Steuerung unter Betriebsbedingungen mittels Matlab/Simulink untersuchen• Erfüllung der Anforderungen überprüfen• Eventuelle Anpassung der Aktuatorik		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Angemessene und überprüfte Aktuatorik der Grid Fins		

		AP 4500
Titel	Kritische Bewertung	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +10,5 Wochen	
Ende	T ₀ +11,5 Wochen	Dauer: 1 Woche
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen der Arbeit		
Input: <ul style="list-style-type: none">• Anforderungen aus AP 2000• Simulationsergebnisse von AP 4300 und AP 4400		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• AP 4300, AP 4400 Simulationsergebnisse im Abgleich mit:• AP 2000 Anforderungen		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Kritische Einschätzung der Ergebnisse• Eventuelle Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten der Grid Fins aufzeigen		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Bewertung des Modells		

		AP 5100
Titel	Ausarbeitung	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +3,5 Wochen	
Ende	T ₀ +13 Wochen	Dauer: 9,5 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Vollständige Dokumentation der Vorgehensweise und Ergebnisse		
Input: <ul style="list-style-type: none">• APs 1000, 2000, 3000, 4000		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• Ausarbeitung umfasst alle vorherigen APs		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• Alle Arbeitsschritte und Gedankengängen in fachlich korrekter Form schriftlich festhalten		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• PDF-Dokument mit dem gesamten Inhalt dieser Arbeit		

		AP 5200
Titel	Präsentation	Seite: 1 von 1
Verantwortlicher	Ole Scholz	Version: 1.0
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T ₀ +11 Wochen	
Ende	T ₀ +13 Wochen	Dauer: 2 Wochen
Bearbeiter	Ole Scholz	
Ziele: <ul style="list-style-type: none">• Vorstellung der Arbeitsergebnisse		
Input: <ul style="list-style-type: none">• APs 2000, 3000, 4000		
Schnittstellen zu anderen APs: <ul style="list-style-type: none">• über die Inhalte der APs 2000, 3000, 4000		
Aufgaben: <ul style="list-style-type: none">• PowerPoint-Präsentation• Präsentation über gesamte Arbeit halten		
Ergebnisse: <ul style="list-style-type: none">• Mit Poster unterstützte verbale Vorstellung der Arbeitsergebnisse		

		AP 1200
Titel	Titel des Arbeitspakets	Seite: X von Y
Verantwortlicher	Dein Name	Version: 1.1
		Datum: DD.MM.YYYY
Beginn	T_0	
Ende	$T_0 + X$ Wochen	Dauer: X Wochen
Bearbeiter	Dein Name	
<p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ziel 1• Ziel 2• ... <p>Input:</p> <ul style="list-style-type: none">• Input 1• ... <p>Schnittstellen zu anderen APs:</p> <ul style="list-style-type: none">• AP XXXX Beschreibung• AP <p>Aufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none">• Aufgabe 1• ... <p>Ergebnisse:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ergebnis 1• ...		

