



Mechatronik Trinational
Mécatronique Trinationale



2019

Düsenentwicklung für ein Hybrid Raketentreibwerk

Erfahrungsbericht zur
Industriepraktikum II / Stage II
Richard Wadsworth
Studiengang Mechatronik
Trinational
www.trinat.net

Ausgangslage

aris

Die Akademische Raumfahrts Initiative Schweiz - Aris - beschäftigt sich mit Themen der Luft- & Raumfahrt und engagiert Studenten im ganzen Land, um Raketen zu entwickeln, zu bauen und zu fliegen. Seit dem Start von Aris im Jahr 2017 wurden in den letzten Jahren zwei Raketen gebaut und beim Spaceport America Cup in der Wüste von New Mexico geflogen. Diese wurden von den konventionelleren Festbrennstoffraketenmotoren angetrieben. Hier wird der benötigte Brennstoff und das Oxidationsmittel sowohl als Feststoffe sowie auch in Form von Getreide vorgemischt.

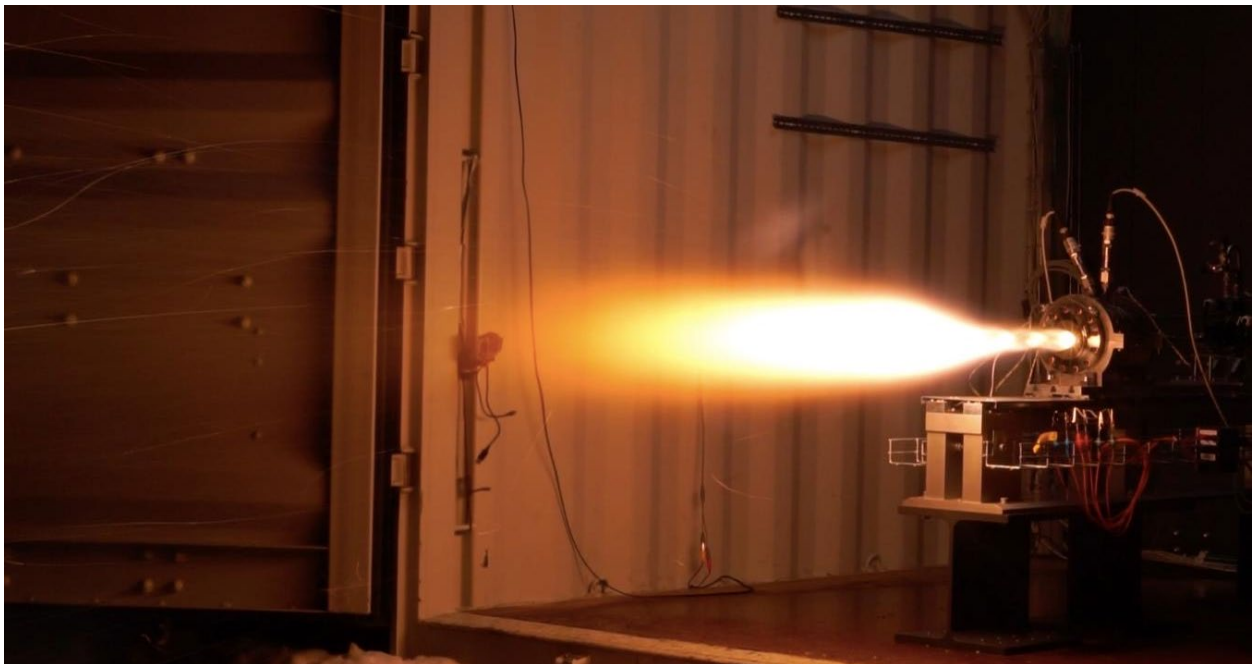


Abbildung 1: Zweiter Probelauf – Hybrid Raketenantrieb

Das jüngste Projekt von Aris, Rhea, entwickelte einen Prototyp eines Hybridraketenmotors, der im Allgemeinen eine der Verbrennungskomponenten in fester Form und eine in gasförmigem oder flüssigem Zustand enthält. Als Stage II Projekt sollte eine Düse für das Treibwerk entwickelt werden. Beim Beginn der Düsenentwicklung waren bereits einige erwünschten Eigenschaften des Treibwerks berechnet und Modelle in CAD entsprechend kreiert.

Vorgehen

Um einen mechanischen Teil zu kreieren, müssen die Vorgaben und Bedingungen bekannt sein. Diese wurden evaluiert und mithilfe dieser Rahmenbedingungen konnte die Düse konstruiert werden.

Mathematischen Annäherungen gewisser Düsenformen wurden im letzten Jahrhundert beinahe perfektioniert. Während der Literaturrecherche wurde das benötigte mathematische Vorgehen klar, um eine erwünschenswerte Verbrennung und Beschleunigung der Gase zu erreichen.

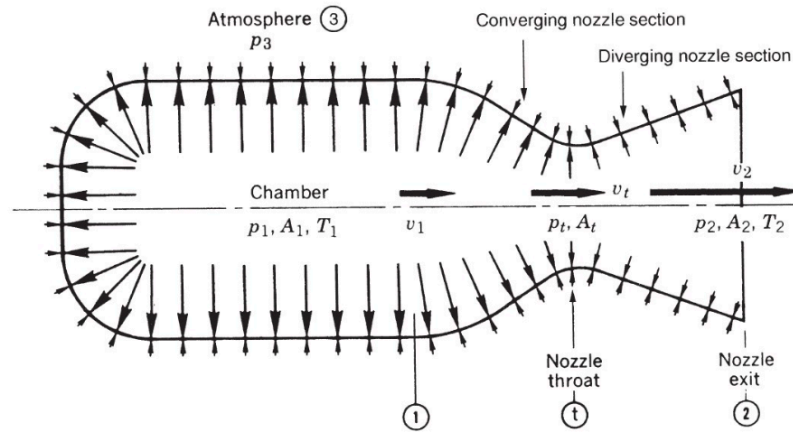


Abbildung 2: De Laval Nozzle Fluss

Quelle: Rocket Propulsion Elements Page 32 Fig. 2-1, George P. Sutton

Lösungsvarianten und erarbeitete Lösung

Mithilfe der Vorgaben der bereits entwickelten Teile, konnte ein Grobkonzept im CAD erstellt werden, womit man die berechneten Düsengeometrien darstellen kann. Das Ziel ist es, dass das Verbrennungsprodukt beim Verlassen der Düse so beschleunigt wird, dass kein Druckdifferenz zur Atmosphärendruck herrscht.

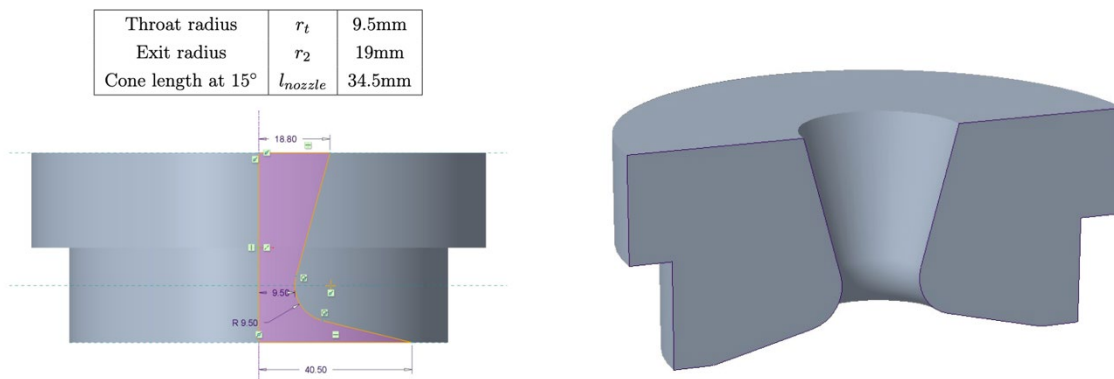


Abbildung 3: Düsenform, Iteration I

Nach mehreren Iterationen legte man die definitive Bauart fest. Hier, in Abbildung 4, ist der Querschnitt durch den Kern des Triebwerkes zu sehen. Beige eingefärbt ist der Brennstoff, welcher von einer Schutzschicht umhüllt ist.

Die Konstruktion des Triebwerkes und den dazugehörigen Teststand wurde ebenfalls während der Stage II

begonnen. Aus zwei Frachtcontainer wurde eine hochmoderne Testeinrichtung gebaut. Diese wurden samt

Triebwerk nach Ochsenboden, SZ transportiert, wo sich das Sprenggelände der Firma Rheinmetall AG befindet. Dort wurden über mehrere Wochenenden diverse Sicherheitschecks durchgeführt und letztendlich wurde auch dort das Triebwerk gestartet.

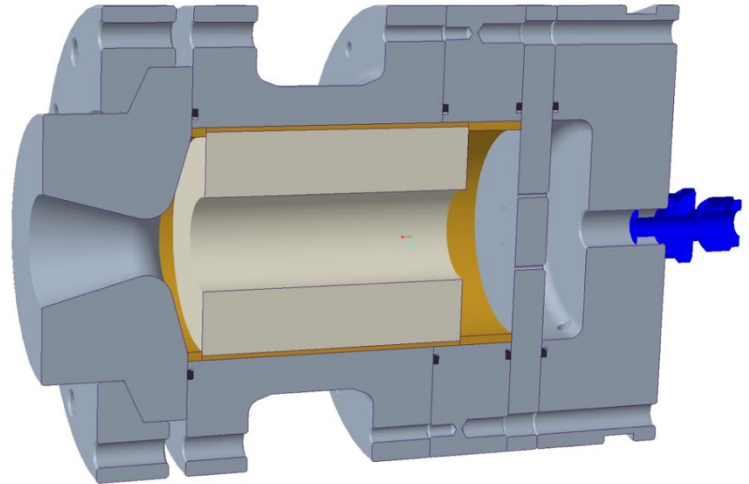


Abbildung 4: Querschnitt - Triebwerk



Abbildung 5: Aussicht auf Testgelände & Infrastruktur

Nutzen der Arbeit

Projekt RHEA war das erste Hybridrakentriebwerk, welches von Studenten in der Schweiz entworfen und gebaut wurde. Ein Ziel von Aris ist das Auseinandersetzen mit hochkomplexen Themen in Bereichen der Raum- & Luftfahrt. Das Triebwerk wurde erfolgreich getestet und wurde nun einer weiteren Gruppe übergeben, welche die Rolle der Weiterentwicklung und Optimierung übernimmt. Künftig soll der Hybridraketenantrieb eine Rakete, welche ebenfalls von Aris konzipiert wird, bis auf 10'000ft oder höher antreiben können.

Besonderes

Während meiner Zeit bei Aris, die ihren «Hub» an der ETH-Zürich haben, kam ich in Kontakt mit hochinteressanten Projekte und Personen, die grenzüberschreitend arbeiten und die Freude des Entdeckens teilen. Ein inspirierender Ort, wo man zufälligerweise auf Astronauten, Nobelpreisträger und Mitarbeiter verschiedenster Weltraumagenturen trifft. Bemerkenswert ist auch die Unterstützung der ETH für Studentenprojekte dieser Art.

Zustandekommen der Arbeit

Durch einen Freund, Mitglied des Hyperloop Projektes der ETH namens Swissloop, erfuhr ich über Aris. Beworben, gearbeitet, Treibwerk gezündet.

Zusammenhang zum Studium Mechatronik Trinational

Überall auf dieser Welt ist Mechatronik auffindbar. Ein Treibwerk ist keine Ausnahme. Zusammenhängende komplexe Systeme sind im Mechatronik Studiengang Alltag und fördern die systematische Denkweise. Vor allem gut anwendbar ist es bei solchen Projekten.

Umgangssprache war hauptsächlich Englisch, da Aris ein internationales Team aus Studenten ist. Vorlesungen, die mir sonderlich behilflich waren: CAD, Mathematik, Metallverarbeitung, Verteilte Systeme und Thermodynamik.

Empfehlungen

Ich kann es allen ans Herz legen, die Projekte und Gruppen anzuschreiben, die einem besonders interessieren. Oftmals wird man positiv überrascht und wird eingeladen am Projekt beizutragen. Als Student einer Fachhochschule ist man an der ETH gesucht und wird gelobt als praxiserfahren und nutzenorientiert.

Datum der Erstellung des Erfahrungsberichtes: Januar 2020

© Fachhochschule Nordwestschweiz, Studiengang Mechatronik Trinational, 2020

www.trinat.net