

# RDE - Rotating Detonation Engine

## Ein Überblick über die Forschung von RDE-Triebwerken in Zusammenarbeit mit ARIS der ETH Zürich

### Diplomand



Thomas Ebnöther

**Problemstellung:** In der Raumfahrt werden zurzeit Antriebe mit einer Deflagration genutzt um zum einen Raketen in den Orbit zu befördern sowie für den Antrieb bei Sonden und "Lander". Dabei werden die Treibstoffe in der Brennkammer mit einer Deflagration bzw. einer Flammengeschwindigkeit unter der Schallgeschwindigkeit verbrannt. Eine Alternative zeigen Antriebe mit einer Detonation, welche eine Flammgeschwindigkeit über der Schallgeschwindigkeit nutzen. Detonationstriebwerke sind bereits in den 1940 entdeckt jedoch erst in der näheren Vergangenheit weiterentwickelt worden. Die wesentlichen Vorteile bestehen in einer Effizienzsteigerung, einer Verbrennung mit einer Drucksteigerung sowie kleineren Dimensionen bei gleichem Schub. Für diese Arbeit wird das RDE-Triebwerk (Rotating Detonation Engine) genauer untersucht. Es erzeugt einen kontinuierlichen Schub über eine rotierende Detonationswelle und ist zur Zeit im Fokus der Forschung an verschiedenen Institutionen um den Globus. Das Hauptproblem für die Beteiligung neuer Institutionen an der RDE-Forschung liegt in den verschiedenen Informationen der dokumentierten Forschungsergebnissen, wodurch sich das Einarbeiten in die Thematik als zeitintensiv herausstellt.

**Ziel der Arbeit:** Das Ziel dieser Arbeit besteht darin eine Grundlage für weiterführende Arbeiten im Bereich der RDE-Forschung zu schaffen. Dabei soll ein Überblick über die dokumentierten Forschungsergebnisse sowie dem Aufbau und Funktionsweise eines RDE-Triebwerks entstehen. Abschliessend wird ein theoretischer Ablauf für die Entwicklung und eine Adaption des vorhandenen ARIS-Teststands in Dübendorf beschrieben. Die gewonnen Erkenntnisse werden in einer Publikation zusammengefasst und veröffentlicht.

**Ergebnis:** Folgende Ergebnisse sind in Zusammenhang mit dieser Arbeit entstanden:

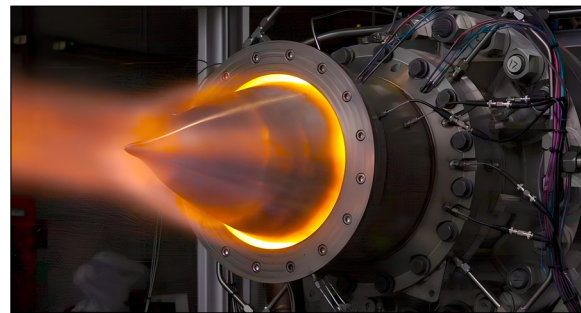
- Geschichtlicher Verlauf der RDE-Entwicklung und Stand der Technik
- RDE-Typen (Brennkammer in axialer/radialer Richtung)
- Grundlegender Aufbau eines RDE-Triebwerks
- Funktionsweise und Betrieb
- Thermodynamischer Ablauf
- einzelne Komponenten und Vergleich deren Varianten
- Auflistung verschiedener Testaufbauten und Testabläufen
- Überblick über die verwendeten Treibstoffe

Zudem wird ein Ablauf für die Entwicklung mit den nötigen Vorgaben und Design/Dimensionierungsschritten gezeigt und eine

Adaption des vorhandenen ARIS-Teststands für den Betrieb eines RDE-Triebwerks mit  $H_2/O_2$ -Treibstoffmix dokumentiert. Diese Erkenntnisse bilden zusammen eine Basis für weiterführende Projekte im Bereich der RDE-Technologie an der ETH und OST im Rahmen der ARIS Initiative.

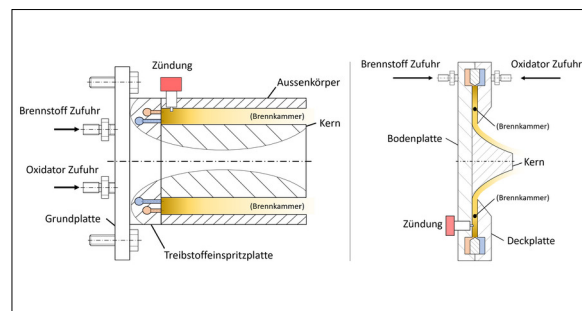
### RDE-Triebwerk im Betrieb

en.defence-ua.com; Defense Express; New Hypersonic Engine



### Konzeptioneller Aufbau eines RDE-Triebwerks anhand der zwei dokumentierten Typen (Annular links / Disk rechts)

Eigene Darstellung



### ARIS Triebwerksteststand

Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Hanspeter Keel

### Korreferent

Dr. Jürg Krauer, Büchi AG, Uster, ZH

### Themengebiet

Produktentwicklung

### Projektpartner

ARIS (ETH), Dübendorf, ZH