



## ITSIM

# ITSIM - SKALIERUNG VON IONENTRIEBWERKEN MITTELS NUMERISCHER SIMULATION

LAUFZEIT: 3 JAHRE

Ionenantriebe, die als Manövrier- oder Haupttriebwerk von Satelliten und Raumsonden zum Einsatz kommen, bieten wesentliche Vorteile gegenüber klassischen chemischen Triebwerken. Die auf Ionisation des Treibstoffs und der nachfolgenden elektrostatischen Beschleunigung der Treibstoffionen basierenden Antriebe zeichnen sich durch eine fünf- bis zehnfach höhere Treibstoff-Austrittsgeschwindigkeit gegenüber chemischen Triebwerken aus und ermöglichen dadurch eine signifikante Reduktion der Startmasse des Raumflugkörpers von bis zu mehreren Tonnen. Wissenschaftliche Missionen in entfernte Planetensysteme werden durch diese Antriebs-technologie überhaupt erst möglich gemacht, kommerzielle Anwendungen wie Telekommunikationssatelliten erfahren durch den Einsatz von Ionenantrieben eine signifikante Kostenreduktion.

Im Zuge des neuen Forschungsprojekts ITSIM - Skalierung von Ionenantrieben mittels numerischer Simulation - der Technischen Hochschule Nürnberg und den Projektpartnern Thales Electronic Systems GmbH Ulm (Thales) und Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald (EMAU) soll mit Hilfe numerischer Simulationen erforscht werden, inwieweit sich Ionenantriebe im Vergleich zum jetzigen Stand verbessern und für zukünftige Arbeitspunkte optimieren lassen.

### Entwicklungsziele und Projektdurchführung

Die im Rahmen von ITSIM zu entwickelnden Simulationstools sollen dem besseren physikalischen Verständnis und der möglichen Optimierung von Ionenantrieben des Typs Hoch-Effizienz Mehrstufen Plasma(HEMP)-Triebwerk der Firma Thales dienen. HEMP-Triebwerke stellen einen relativ neuartigen Typ von Ionenantrieben dar, der sich durch eine hohe Anwendungsflexibilität, ein kompaktes Design, eine hohe Schubdichte sowie eine minimale Komplexität des gesamten Ionenantriebwerkssystems auszeichnet und der noch ein großes Optimierungspotential im Gegensatz zu etablierten Ionenantriebstechnologien besitzt. Allerdings ist die Triebwerksphysik in Detailbereichen noch

nicht hinreichend verstanden, und die bisherige Skalierung der Triebwerke hinsichtlich veränderter Schub- und Leistungsklassen erfolgte weitestgehend durch phänomenologische Methoden.

Das IT-Sim-Projekt dient zunächst der verbesserten numerischen Beschreibung der Triebwerksphysik. Dabei soll sukzessive im Abgleich der Simulationsergebnisse mit den experimentellen Daten ein numerisches Entwicklungswerkzeug erstellt werden, das die zukünftige Triebwerksentwicklung durch eine Art digitales Prototyping signifikant unterstützt. Konkrete Anwendungsziele stellen beispielsweise die Entwicklung von Triebwerken mit geringer elektrischer Leistungsaufnahme bei gleichzeitig optimiertem Schub und hohen Lebensdauernanforderungen dar.

Die Entwicklungsarbeiten im Rahmen von IT-Sim sind in die Aktivitäten der EMAU eingebettet, die am Institut für Physik im Bereich Computational Physics unter der Leitung von Prof. Dr. Ralf Schneider in den letzten Jahren wesentliche Vorarbeiten zur numerischen Simulation von elektrischen Raumfahrtantrieben geleistet hat. Der Abgleich mit experimentellen Messdaten erfolgt in Zusammenarbeit mit der Firma Thales, die über eine hervorragende Testinfrastruktur zur experimentellen Charakterisierung von Ionenantrieben verfügt.

Die Simulationscodes selbst basieren auf dem elektrostatischen Particle-In-Cell-Verfahren (PIC), in dem sich die elektrisch geladenen Plasmateilchen in selbstkonsistent auf einem räumlichen Gitter berechneten elektrischen Feldern bewegen. Neutralteilchen werden ebenfalls als eigene Spezies behandelt, erfahren aber keine elektromagnetischen Kräfte. Eine damit erzielte kinetische Beschreibung des Ionenantriebsplasmas erlaubt wesentlich genauere Einblicke in die Triebwerksphysik, stellt allerdings im Vergleich zu existierenden fluiddynamischen Berechnungsmethoden weit höhere Anforderungen an die Codeentwicklung hinsichtlich numerischer Genauigkeit und Rechenzeitoptimierung.

Bayerisches Staatsministerium für  
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst



**THALES**

ERNST MORITZ ARNDT  
UNIVERSITÄT GREIFSWALD



### PROJEKTLEITER

Prof. Dr. rer. nat. Norbert Koch

Fakultät Angewandte Mathematik,  
Physik und  
Allgemeinwissenschaften

Technische Hochschule Nürnberg  
Georg Simon Ohm

### ANSPRECHPARTNER

Prof. Dr. rer. nat. Norbert Koch

Tel.: +49.911.5880.1873  
Fax: +49.911.5880.5800

norbert.koch@th-nuernberg.de  
www.th-nuernberg.de



TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG  
GEORG SIMON OHM