



**Fraunhofer**  
ICT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
CHEMISCHE TECHNOLOGIE ICT

# **RAKETEN- FESTTREIBSTOFFE**



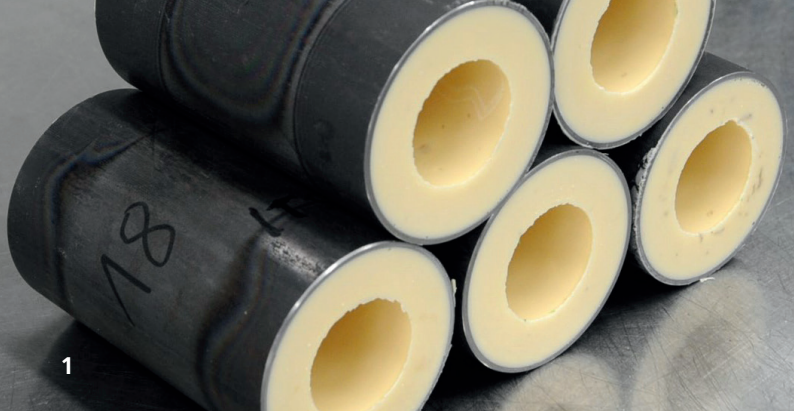
## RAKETEN - FESTTREIBSTOFFE

Am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT werden leistungsstarke Treibstoffe für moderne Raketenantriebe entwickelt, prototypisch hergestellt und im Hinblick auf ihre Leistungs- und Abbrandeigenschaften evaluiert.

### **AMMONIUMDINITRAMID (ADN): UMWELTFREUNDLICH UND LEISTUNGSSTARK**

Umwelt- und gesundheitsverträgliche Materialien bestimmen die aktuelle Forschungs- und Entwicklungslandschaft. Klassische Composite-Raketentreibstoffe auf Basis von Ammoniumperchlorat (AP) erzeugen beim Abbrand große Mengen an Chlorwasserstoff, welcher in Verbindung mit Luftfeuchtigkeit Salzsäure bildet und damit Mensch, Umwelt sowie Material kontaminiert und schädigt.

Der aktuell vielversprechendste Kandidat als AP-Ersatz ist Ammoniumdinitramid (ADN,  $N_4H_4O_4$ ). Dieser starke Oxidator enthält kein Chlor und zersetzt sich hauptsächlich zu  $N_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$  und  $N_2$ . In Verbindung mit Glycidylazid-Polymer (GAP) als energetischem Bindemittel kann ein Raketentreibstoff hergestellt werden, der über eine hohe thermodynamische Leistung verfügt und deutlich umweltfreundlicher sowie signaturärmer als AP-basierte Treibstoffe ist.



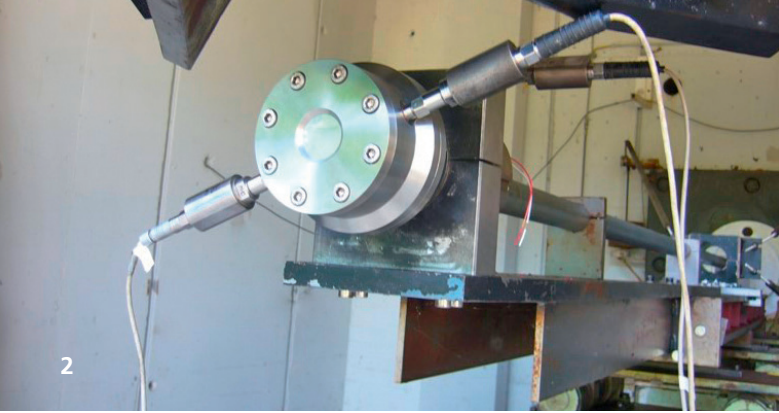
## HOCHLEISTUNGSTREIBSTOFFE

Am Fraunhofer ICT wird Ammoniumdinitramid zusammen mit Glycidylazid-Polymer (GAP) zu Raketenfesttreibstoffen verarbeitet. Diese Treibstoffe können einen maximalen spezifischen Impuls von 264 s (Expansion 70:1) ohne zusätzlichen metallischen Brennstoff aufweisen, was im Bereich von klassischen AP/HTPB/Al-Composite-Treibstoffen liegt. Alumierte ADN/GAP-Treibstoffe erreichen einen spezifischen Impuls von 274 s, Treibstoffe mit Aluminiumhydrid sogar 293 s. Dieser Leistungsbereich kann von AP-Treibstoffen nicht abgedeckt werden.

ADN/GAP-Treibstoffe weisen Abbrandgeschwindigkeiten von 20 – 25 mm/s bei 7 MPa auf, wobei die Abhängigkeit der Abbrandrate von der Korngröße des ADN zu vernachlässigen ist. Die Abbrandgeschwindigkeit kann durch Zugabe von Abbrandmodifikatoren bis auf ca. 40 mm/s bei 7 MPa erhöht werden.

## PROZESSIERUNG UND CHARAKTERISIERUNG

Das Fraunhofer ICT verfügt über eigenentwickelte Verfahren, mit denen ADN in Form von sphärischen Partikeln, sogenannte Prills, in verschiedenen Größenfraktionen hergestellt werden kann. Darüber hinaus wurde ein Verfahren entwickelt, in dem die ADN-Prills mit einer Coatingschicht umhüllt werden.



Diese Polymerhülle dient zum einen dem Schutz des ADN-Korns vor Feuchtigkeit und anderen Umwelteinflüssen, zum anderen werden die Wechselwirkungen zwischen Bindermatrix und dem Korn verbessert. Dies führt zu einer deutlich verbesserten Mechanik des Festtreibstoffes.

Für die Herstellung prototypischer Raketenmotoren steht ein breites Portfolio an Misch- und Verarbeitungstechniken zur Verfügung. Neben klassischen Knetern mit unterschiedlichen Topfvolumina werden auch verschiedenartige Mischer eingesetzt. Diese können den Treibstoff in wenigen Minuten homogen mischen.

Die für die Treibstoffentwicklung erforderlichen Charakterisierungsmethoden umfassen die vollständige Prozesskette, von der Analyse der Rohstoffe, über die in-situ Prozessanalyse bis hin zur Qualifikation des fertigen Treibstoffes. Hierbei werden insbesondere die folgenden Eigenschaften untersucht:

- Thermomechanische Eigenschaften
- Abbrandverhalten
- Stabilität, Kompatibilität und Lebensdauer
- Sensitivität
- Leistungscharakterisierung in Kleinbrennkammern
- Signaturmessungen beim Abbrand im Spektralbereich 200 nm bis 14  $\mu\text{m}$

## UNSER ANGEBOT

Wir bieten die Entwicklung und Anpassung von Raketentreibstoffen nach Kundenanforderungen für spezifische Anwendungen an:

- Formulierungs- und Verfahrensentwicklung für Hochleistungstreibstoffe
- Auslegung von Raketentriebmotoren
- Charakterisierung von Treibstoffeigenschaften, z.B. Abbrandverhalten, Mechanik, Stabilität und Sensitivität
- Analyse der spektralen Signatur

---

### TITELBILD

*ADN-Treibstoffe.*

- 1 Prototypenfertigung von Raketentreibstoffen.*
- 2 Prüfstandskonfiguration von Testmotoren.*
- 3 Abgasstrahl von ADN-Treibstoffen.*

# KONTAKT

## Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7  
76327 Pfinztal (Berghausen)

Institutsleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Peter Elsner

### Ansprechpartner

Stefan Sims  
Telefon +49 7 21 46 40-554  
stefan.sims@ict.fraunhofer.de

Sebastian Fischer  
Telefon +49 7 21 46 40-732  
sebastian.fischer@ict.fraunhofer.de

[www.ict.fraunhofer.de](http://www.ict.fraunhofer.de)