

IKARUS



MNG Rämibühl,
Maturitätsarbeit

Daniel Keller
Physik

Zino Diem

Entwicklung einer
selbstlandenden
Feststoffrakete

Ziel des Projekts IKARUS ist die Entwicklung einer selbstlandenden **Feststoffrakete** mithilfe einer Schubvektorsteuerung (TVC). Dabei werden vier Landemotoren, die sich während der Landung in Echtzeit im Anstellwinkel anpassen und sich somit auch gegenüberstellen können, verwendet. Dieses **bisher nur theoretisch diskutierte Konzept** sollte eine **Quasi-Schubdrosselung** ermöglichen, wie sie bei Feststoffraketen sonst nicht möglich ist.

Um ein derart **komplexes Manöver** durchzuführen, bedarf es einer möglichst realistischen **Simulation**. Diese wurde ebenfalls selbst entwickelt und basiert auf einem **6-DoF-Modell** und Quaternionen für die Lageregelung. Sie ermöglicht eine umfangreiche Testung an Land und ist ein kritischer Schritt für die Realisierung der physischen Rakete.

Die gesamte Rakete wird schliesslich durch einen **Regelalgorithmus** mit Kalman-Filter **autonom** gesteuert und versucht sich in Höhe und Orientierung zu stabilisieren und sanft am Boden aufzusetzen. Obwohl eine sanfte Landung in den über sieben Flugversuchen bisher noch aussteht, bewies sich das Konzept als vielversprechend und wird auf jeden Fall noch **weiterentwickelt**.

Computerstufe

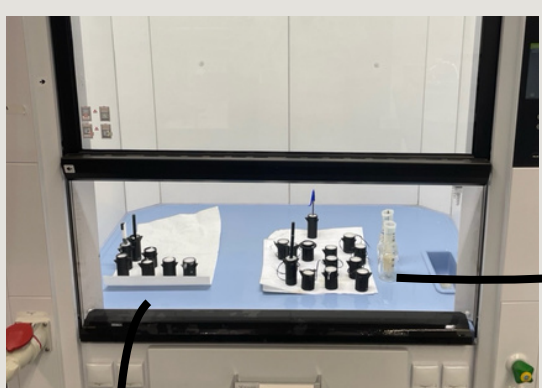
Ist verantwortlich für Positions- und Lageerfassung mithilfe einer **Sensorfusion** aus Barometer, Gyroskopen und Accelerometer. Berechnet anschliessend die nötige Flugmanipulation und steuert dynamisch die **Anstellwinkel der Landemotoren**.



Motorenentwicklung

Nebst den gekauften Raketenmotoren wurden zwei Motorserien im Labor hergestellt.

Stärke-Cellulose-Treibstoff: KNO_3 mit Stärke und Zellulose als Brennstoffe (Ursprünglich aus Airbag-Patent und hier erstmals als Raketenmotor)

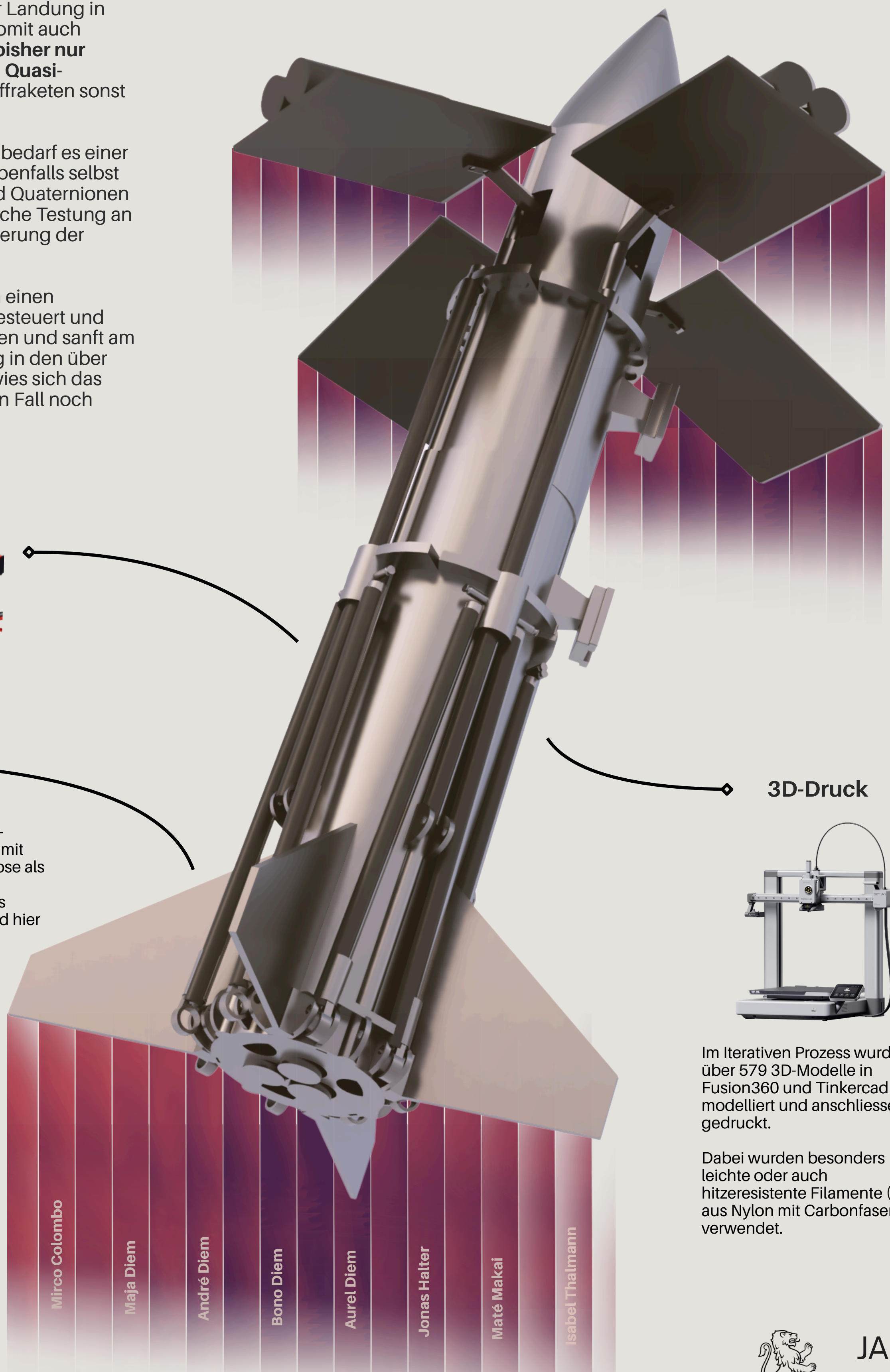


KNSB-Mischung (Rocket Candy): Sorbitol als Brennstoff und Kaliumnitrat (KNO_3) als Oxidator.

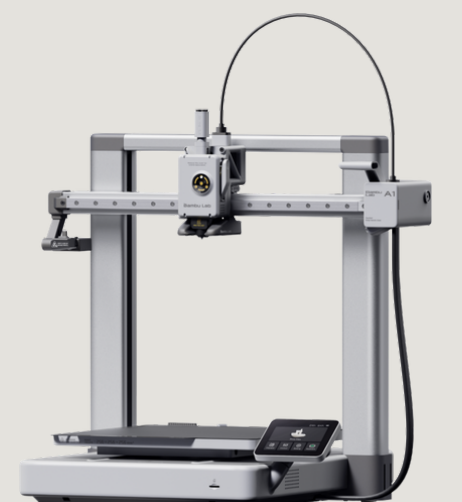
 **Motorgehäuse aus Nylon geht in Flammen auf...**



CNC-Fertigung des Motorgehäuses und Düse, Geometrie in OpenMotor simuliert



3D-Druck



Im iterativen Prozess wurden über 579 3D-Modelle in Fusion360 und Tinkercad modelliert und anschliessend gedruckt.

Dabei wurden besonders leichte oder auch hitzeresistente Filamente (z.B. aus Nylon mit Carbonfasern) verwendet.



JAN
2026