

# SIEMENS

*Ingenuity for life*

Luft- und Raumfahrt

## Almatech

Mit Femap zu raumfahrttauglichen Teilen

### Produkt

Simcenter

### Herausforderungen

Hochpräzise Komponenten für Raumsonden entwickeln und produzieren

Leichtbau und hohe Festigkeit kombinieren

Mit Partnern in allen ESA-Ländern zusammenarbeiten

### Erfolgsfaktoren

Digitale Zwillinge von Teilen und Baugruppen erzeugen

Simulation mit Femap

Einheitliche Benutzeroberfläche für verschiedene Modell-Analysen

### Ergebnisse

Mechanisch und thermisch stabile Konstruktionen

Teilegewicht reduziert

Erfolgreiche Raumfahrtmissionen ermöglicht

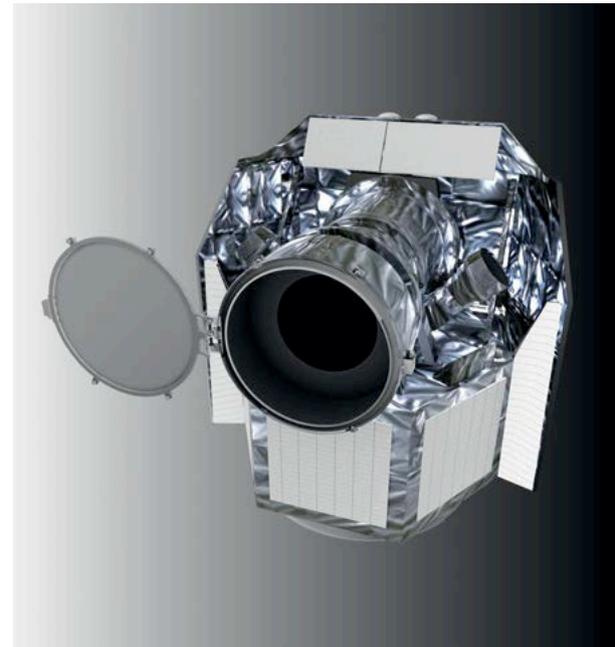
**Almatech nutzt Lösung von Siemens PLM Software für das Optimieren einzigartiger Hochleistungs-Leichtbaukomponenten<sup>^</sup>.**

### Höchste Präzision und wartungsfreie Zuverlässigkeit

In Galaxien vorzudringen, die nie ein Mensch zuvor gesehen hat, war die Mission des Raumschiffs Enterprise aus der TV-Serie. Sein Ziel war, neue Welten zu erforschen, neues Leben und neue Zivilisationen. Während bemannte Weltraumfahrten dieses Ausmaßes eine Fiktion bleiben, sendet die Menschheit zum Erreichen solcher Ziele Raumsonden aus.

Während ihrer meist mehrjährigen Weltraummissionen sind die Satelliten extremen Bedingungen ausgesetzt. Zu diesen gehören Temperaturen von  $-160\text{ °C}$  bis über  $350\text{ °C}$  und Beschleunigungskräfte von mehreren g sowie eine hohe Belastung durch verschiedene Strahlungen. Zugleich fehlen Gravitationseffekte wie die thermische Konvektion. Das verlangt von den Instrumenten an Bord und von deren Halterungen höchste Präzision und Zuverlässigkeit.

„Trotz ihres minimierten Gewichtes müssen ihre Stabilität und Funktion mehrere Jahre lang gewährleistet bleiben, und das ohne jede Wartung oder Reinigung“, sagt Dr. Luc Blecha, technischer Leiter von



*Das schweizer Ingenieurbüro Almatech entwickelt Komponenten für die Verwendung in rauen Umgebungen, nicht zuletzt für Raumfahrzeuge wie diesen Satelliten der ESA, der Exoplaneten sucht. (Dieses Bild: ESA; alle anderen Bilder: Almatech)*

Almatech. Die 25 Wissenschaftler und Ingenieure des in Lausanne ansässigen Unternehmens entwickeln Leichtbaukonstruktionen und mechanische Lösungen für aussergewöhnliche Anforderungen an Präzision und Zuverlässigkeit unter rauen Umgebungsbedingungen. Almatech ist häufig an der Entwicklung von Komponenten für Raumfahrtprogramme der europäischen Weltraumorganisation ESA beteiligt.

„Die verschiedenen Modellanalysen liefern Kunden und Behörden den Beweis, dass die Funktion der komplexen Geräte unter den angenommenen Bedingungen gewährleistet ist. Zudem unterstützen sie unsere Bemühungen, ohne Abstriche bei der Stabilität die Masse zu reduzieren.“

Dr. Luc Blecha  
Technischer Leiter  
Almatech

#### Tragende Teile für den Weltraum

Ab Herbst 2019 wird der Characterising Exoplanet Satellite (CHEOPS) helle Sterne beobachten, um die Planeten kreisen. Mit einem Photometer an seinem Teleskop misst der Satellit die von einem vorbeiziehenden Planeten verursachte Dämpfung des Sternenlichtes. Er liefert der Wissenschaft die für die Größenbestimmung erforderlichen, hochgenauen Transit-Muster kleiner Planeten. Diese Daten ermöglichen wichtige Erkenntnisse über Entstehung und Entwicklungsgeschichte von Planeten.

Innerhalb des unter schweizerischer Führung stehenden CHEOPS-Projektes zeichnete Almatech für Konstruktion und Produktion aller Strukturteile verantwortlich. Dazu gehörten die röhrenförmige Hauptstruktur aus kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff (CFK) sowie Titanklammern und die Verbindungsstücke zur Aufnahme der Primär- und Sekundärspiegel. Da diese während des Fluges nicht eingestellt werden können, muss ihre Abstützung steif sein und trotz der großen Temperaturunterschiede im All stabil bleiben.

BepiColombo, eine gemeinsame europäisch-japanische Mission zum Merkur, ist bereits seit Oktober 2018 auf dem Weg zu unserem inneren Nachbarn. Er wird Ende 2025 den am wenigsten erforschten Planeten in unserem Sonnensystem zu umkreisen beginnen. Zur Mission gehören zwei Raumflugkörper, der



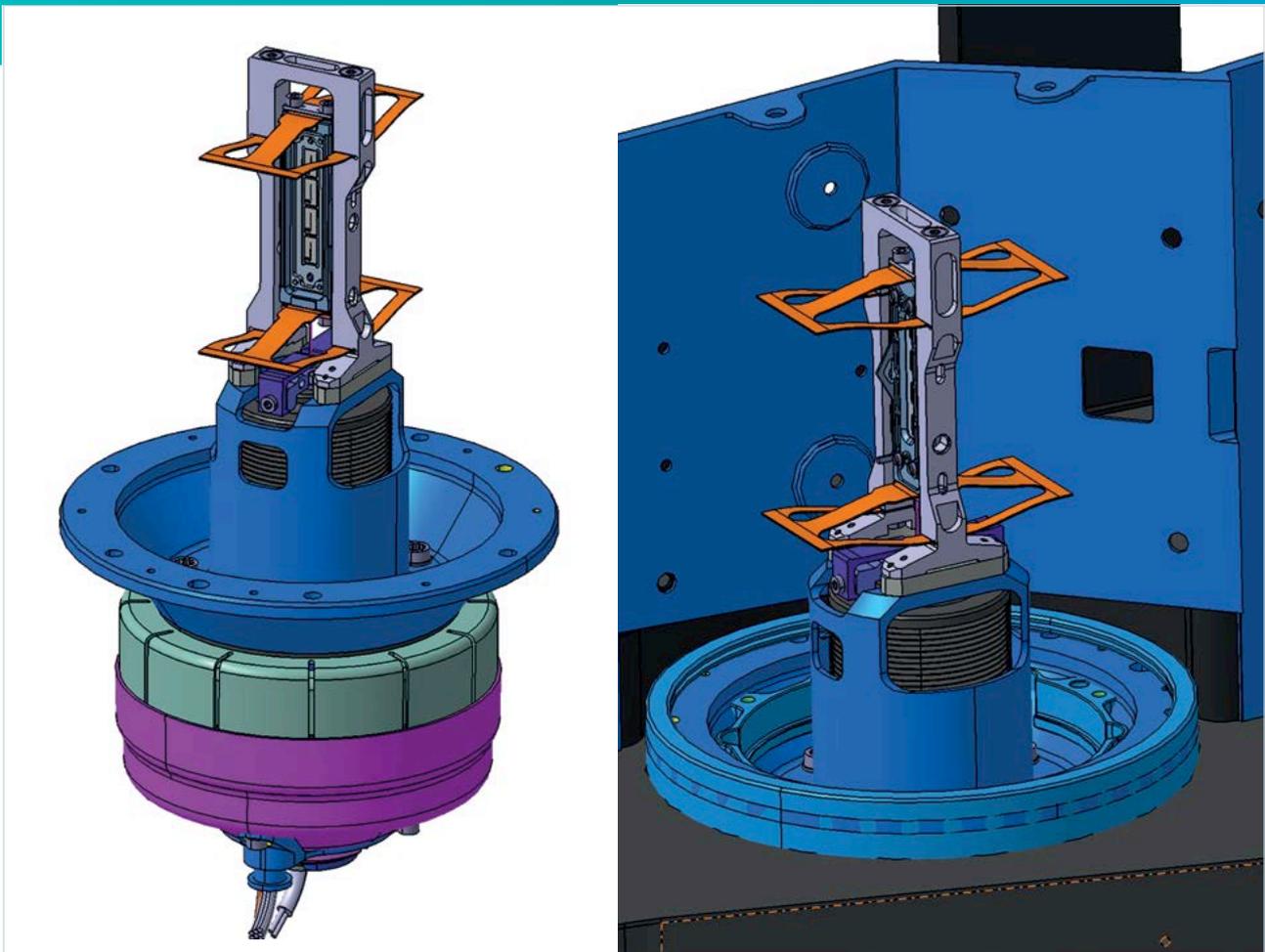
*Der Solar Orbiter erforscht in einer gemeinsamen Mission von ESA und NASA die Sonne und ihre äusseren Atmosphäre. Für den bildgebenden Spektrographen an Bord schuf Almatech diesen abriebfreien Schlitzveränderungs-Mechanismus.*

Mercury Planetary Orbiter (MPO) und der Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO). Während seines einjährigen Einsatzes zum Sammeln von Daten über unseren Nachbarplaneten wird der MPO Temperaturen von über 350 °C ausgesetzt sein.

Almatech konstruierte und optimierte ein Schutzschild, das den MPO davor bewahrt, auf mehr als 270 °C aufzuheizen.

## „Femap vereinfacht die Modellierung über Ingenieursdisziplinen hinweg.“

Dr. Luc Blecha  
Technischer Leiter  
Almatech



Den Mechanismus mittels biegsamer Federn statt über Führungsschienen zu leiten, eliminiert den durch Reibung entstehenden Abrieb. Partikel sind im optischen Instrument unerwünscht, da keine Reinigung möglich ist.

Es schützt ausserdem den Laser-Sensor eines eingebauten Höhenmessers vor direkter Sonneneinstrahlung. Zu den Komponenten gehörte ein sehr feiner Aluminiumspiegel zur Ablenkung der Sonnenstrahlen. „Die Form des Spiegels war vorgegeben, die erlaubte Rauheit betrug unabhängig von äusseren Einflüssen 4 nm“, sagt Blecha. „Zum Vergleich: Ein Aluminium-Atom hat 0,25 nm Durchmesser.“

Eine Gemeinschaftsmission der ESA mit der United States' National Aeronautics and Space Administration (NASA) zur Erforschung der Sonne und ihrer äusseren Atmosphäre ist der Solar Orbiter. Die 2019 gestartete Raumsonde wird

Atmosphäre der Sonne beobachten und diese Beobachtungen mit Messungen in der Umgebung des Orbiters vergleichen. Die direkte Beobachtung unter auf der Erde nicht reproduzierbaren Bedingungen ermöglicht Einblicke in grundlegende physikalische Vorgänge, die sich aus astronomischen Entfernungen nicht beobachten lassen.

Mittels eines Spektrometers (Spectral Imaging of the Coronal Environment; SPICE) im Solar Orbiter, der sowohl die Sonnenscheibe als auch die Korona beobachtet, werden die Eigenschaften des Plasma auf der Sonne und in ihrem Umfeld bestimmt. Für dieses Instrument konstruierte Almatech einen

**„Femap bietet eine einheitliche Nutzeroberfläche für alles. Das vereinfacht enorm den Modellierungsvorgang über mehrere Ingenieursdisziplinen hinweg.“**

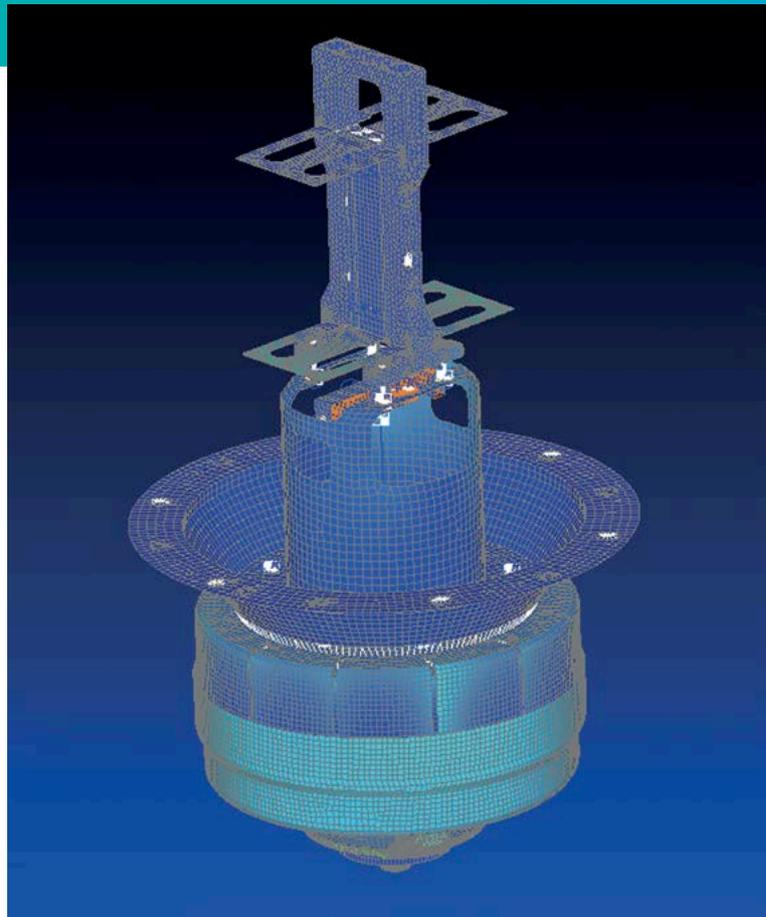
Dr. Luc Blecha  
Technischer Leiter  
Almatech

Schlitzveränderungs-Mechanismus. Dieser bewegt die Blende, indem er Teile verbiegt, statt sie entlang einer Führungsschiene zu verbiegen. „Das ist wichtig, denn es gibt keine Möglichkeit zur Reinigung und so würde der Abrieb das optische Instrument mit der Zeit unbrauchbar machen“, erläutert Blecha.

### Den digitalen Zwilling immer wieder prüfen

Bei vielen Teilen besteht die Aufgabe von Almatech darin, bestehende Konstruktionen zu optimieren. So mussten beispielsweise Komplexität und Gewicht der Teleskopstruktur von CHEOPS reduziert werden, und das ohne Abstriche bei der Festigkeit. „Da alle unsere Komponenten Einzelstücke sind und viele Jahre lang ohne Wartung oder Reinigung funktionieren müssen, dauert die Entwicklung länger als bei Konstruktionen für irdische Anwendungen“, erklärt Blecha. „Trotz gegebener Geometrie des Schutzschildes für BepiColombo dauerte es vier Jahre bis zum finalen Ergebnis.“ Ähnlich lange dauerte die Entwicklung des Schlitzveränderungs-Mechanismus für den Solar Orbiter. In diesem Fall erledigte Almatech die gesamte Entwicklungsaufgabe, von der ersten Idee bis zur fertigen Baugruppe.

Hauptursache für diese sehr langen Entwicklungszyklen ist eine enorme Anzahl an Tests, durchgeführt zum Nachweis, dass die Komponenten über ihren gesamten Lebenszyklus in allen erdenklichen Situationen sämtliche Anforderungen erfüllen. Zusätzlich werden mehrere physikalische Prototypen angefertigt und getestet, die große Masse an Tests führt

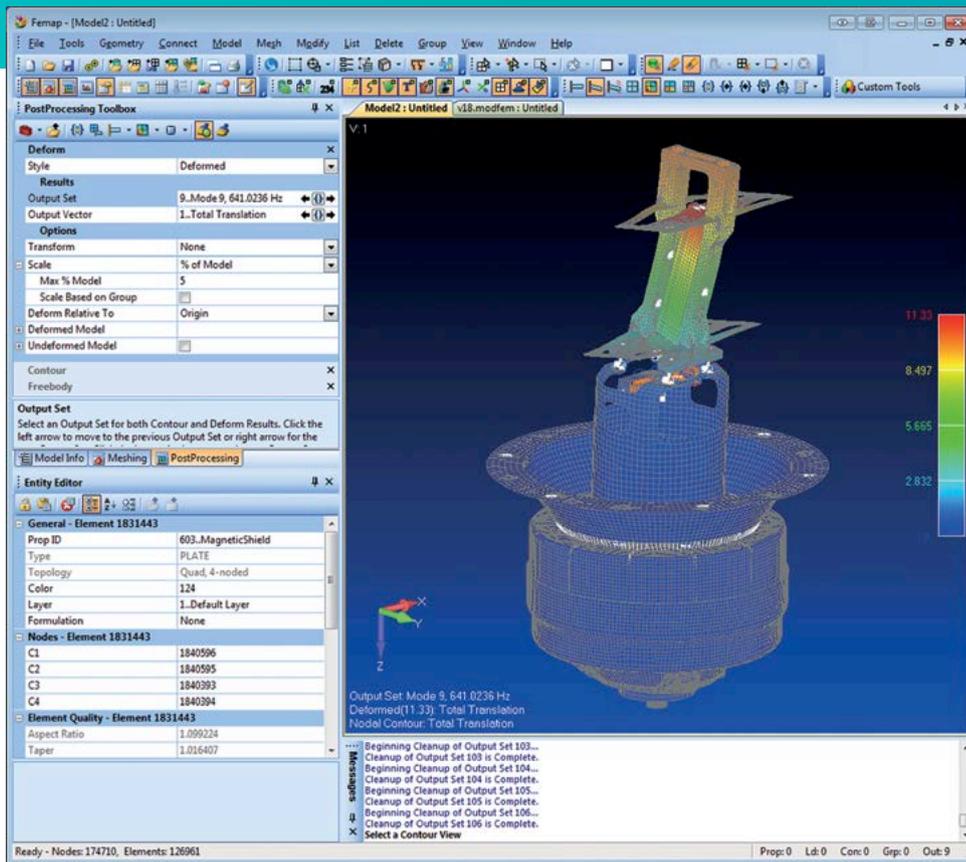


Für die Analyse in Femap vernetztes Modell des Schlitzveränderungs-Mechanismus

Almatech jedoch am digitalen Zwilling der zu überprüfenden Komponente in der virtuellen Welt durch. Dazu simulieren die Entwickler mit der Software Femap™ von Siemens PLM Software in Verbindung mit dem Solver Nastran® bereits ab frühen Phasen der Produktentwicklung das Verhalten der raumfahrttauglichen Baugruppen. „Die verschiedenen Modellanalysen liefern Kunden und Behörden den Beweis, dass

*„Femap macht es einfach, den Simulationsvorgang zu wiederholen.“*

Dr. Luc Blecha  
Technischer Leiter  
Almatech



Almatech optimiert Konstruktionen per FEM-Simulation mittels Femap von Siemens PLM Software.

die Funktion der komplexen Geräte unter den angenommenen Bedingungen gewährleistet ist“, führt Blecha aus. „Zudem unterstützen sie unsere Bemühungen, ohne Abstriche bei der Stabilität die Masse zu reduzieren.“

Nastran ist ein in Bezug auf Geschwindigkeit, Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit führender Solver für Strukturanalysen nach der Finite Elemente Methode (FEM). Die Software enthält leistungsfähige Lösungen für lineare und nichtlineare Strukturanalysen, dynamisches Verhalten, Akustik, Rotordynamik, und lineare Probleme, Wärmeausbreitung, Design-Optimierung, Akustik, Aeroelastik, thermische Analysen und Optimierung. „Da alle diese Lösungen innerhalb desselben Solvers verfügbar sind, haben die Ein- und Ausgabedateien sämtlicher Lösungsarten dasselbe

Format“, sagt Blecha. „Femap bietet eine einheitliche Benutzeroberfläche für alles. Das vereinfacht enorm den Modellierungsvorgang über mehrere Ingenieursdisziplinen hinweg.“

Die einheitliche Benutzeroberfläche ist der Schlüssel dazu, die Auswirkungen von Vibrationen, Erschütterungen, Temperatur und Temperaturänderungen auf die Teile zu berechnen und zugleich die Masse zu optimieren. „Unser Ziel ist, über ein ausgewogenes Verhältnis zwischen mechanischen und thermomechanischen Aspekten die bestmögliche Lösung zu finden“, beschreibt Blecha. Vor dem Anfertigen echter Teile wiederholen die Experten von Almatech alle Arten von Analysen – quasi-statisch, Frequenzgang und thermoelastisch – am Computermodell und überprüfen physikalische Prototypen in Rüttlern. „Wir

## Lösungen/Dienstleistungen

Femap  
www.plm.automation.  
siemens.com/femap

## Hauptgeschäft des Kunden

Almatech wurde 2009 gegründet und befindet sich im Innovationspark der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Das Unternehmen mit 25 Wissenschaftlern und Ingenieuren entwickelt Konstruktionen und mechanische Lösungen für spezifische, ausserordentliche Leistungsanforderungen in Bezug auf Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Leichtbau, etc. unter rauen Umgebungsbedingungen. Zu den Anwendungen zählen Raumfahrt, Schiffbau und Maschinenbau.  
www.almatech.ch

## Standort

Lausanne,  
Schweiz

## Lösungspartner

Cytrus AG  
www.cytrus.com

stoßen fast immer auf Verbesserungsmöglichkeiten Femap macht es einfach, den Simulationsvorgang zu wiederholen“, fügt Blecha hinzu.

Als besonders nützlich stellte sich die Möglichkeit schneller Wiederholungen bei der Optimierung der Hauptstruktur des CHEOPS-Satelliten heraus. Durch die Temperaturschwankungen im All verursachte Massänderungen können die Funktion des Teleskops beeinträchtigen. „Mit thermomechanischer Simulation in Femap konnten wir diese Problemstellung frühzeitig erkennen und gegensteuern“, berichtet Blecha. „Indem wir Femap zur Durchführung einer breiten Palette von Analysen nutzten, konnten wir die Brennweite des Teleskops stabilisieren und zugleich die Masse der Komponenten reduzieren.“

## Siemens PLM Software

Deutschland +49 221 20802-0  
Österreich +43 732 37755-0  
Schweiz +41 44 75572-72

[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

©2019 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens and the Siemens logo are registered trademarks of Siemens AG. Femap, HEEDS, Simcenter 3D, Simcenter Nastran and Teamcenter are trademarks or registered trademarks of Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. or its subsidiaries in the United States and in other countries. Simcenter, Simcenter Amesim, Simcenter Samcef, Simcenter SCADAS, Simcenter Testxpress, Simcenter Soundbrush, Simcenter Sound Camera, Simcenter Testlab and LMS Virtual.Lab are trademarks or registered trademarks of Siemens Industry Software NV or any of its affiliates. Simcenter STAR-CCM+ and STAR-CD are trademarks or registered trademarks of Siemens Industry Software Computational Dynamics Ltd. All other trademarks, registered trademarks or service marks belong to their respective holders. NASTRAN is a registered trademark of the National Aeronautics and Space Administration.

76973-A7 DE 2/19 o2e