Raumfahrt in der Schweiz

SWISS SPACE INDUSTRIES GROUP

Vorwort

Peter Briner, Ständerat und Vorsitzender der Eidgenössischen Kommission für Weltraumfragen (EKWF)

Auch wenn es in der Öffentlichkeit manchmal nicht wahrgenommen wird: Die Schweiz ist eine Raumfahrtnation. Schweizer Wissenschaftler und Schweizer Unternehmen haben Europas Raumfahrt von der ersten Stunde an mitgeprägt. Schon 1968 flog Schweizer Technologie an Bord des ersten europäischen Satelliten, ESRO-1, ins Weltall. Und als ein Jahr später Neil Armstrong und Buzz Aldrin als erste Menschen den Mond betraten, hatten sie ein Experiment der Universität Bern im Gepäck.

Heute, 40 Jahre später, hat sich die Raumfahrt zu einer globalen Wachstumsbranche entwickelt, welche besonders Nationen mit hohem Technologiepotenzial exzellente Chancen für Wertschöpfung und hochwertige Arbeitsplätze bietet. Der Nutzen, den die Raumfahrt stiftet, geht jedoch weit darüber hinaus. Wir alle profitieren inzwischen von ihr, oftmals ohne es überhaupt bewusst wahrzunehmen: Satelliten liefern Bilder für die Wetterprognose, übertragen Telefongespräche oder Fernsehprogramme über Kontinente hinweg und weisen uns im Auto den schnellsten Weg ans Ziel.

Ausserdem ist die Raumfahrt eine tragende Säule der modernen Wissensgesellschaft. Die Teilnahme an Weltraumprogrammen im Rahmen der Schweizer ESA-Mitgliedschaft sichert uns einen unabhängigen Zugang zum Weltall, zu weltraumbasierten Infrastrukturen und Diensten und stärkt den Forschungs- und Bildungsstandort Schweiz. Im Rahmen der ESA-Programme können Schweizer Wissenschaftler sich an der Erforschung des Universums und an der Grundlagenforschung im All beteiligen. So entstehen Wissen und Technologien, die später auch in «irdischen» Anwendungen zum Einsatz kommen können.

Die Lektüre dieser Broschüre macht deutlich, welche strategische Bedeutung die Raumfahrt heute für ein hoch entwickeltes und hoch industrialisiertes Land wie die Schweiz hat, und sie ermutigt uns, den Weg, den wir nun seit mehr als 40 Jahren eingeschlagen haben, auch in der Zukunft erfolgreich weiter zu beschreiten.

Peter Briner

Axel Deich,
Präsident Swiss Space Industries Group (SSIG)

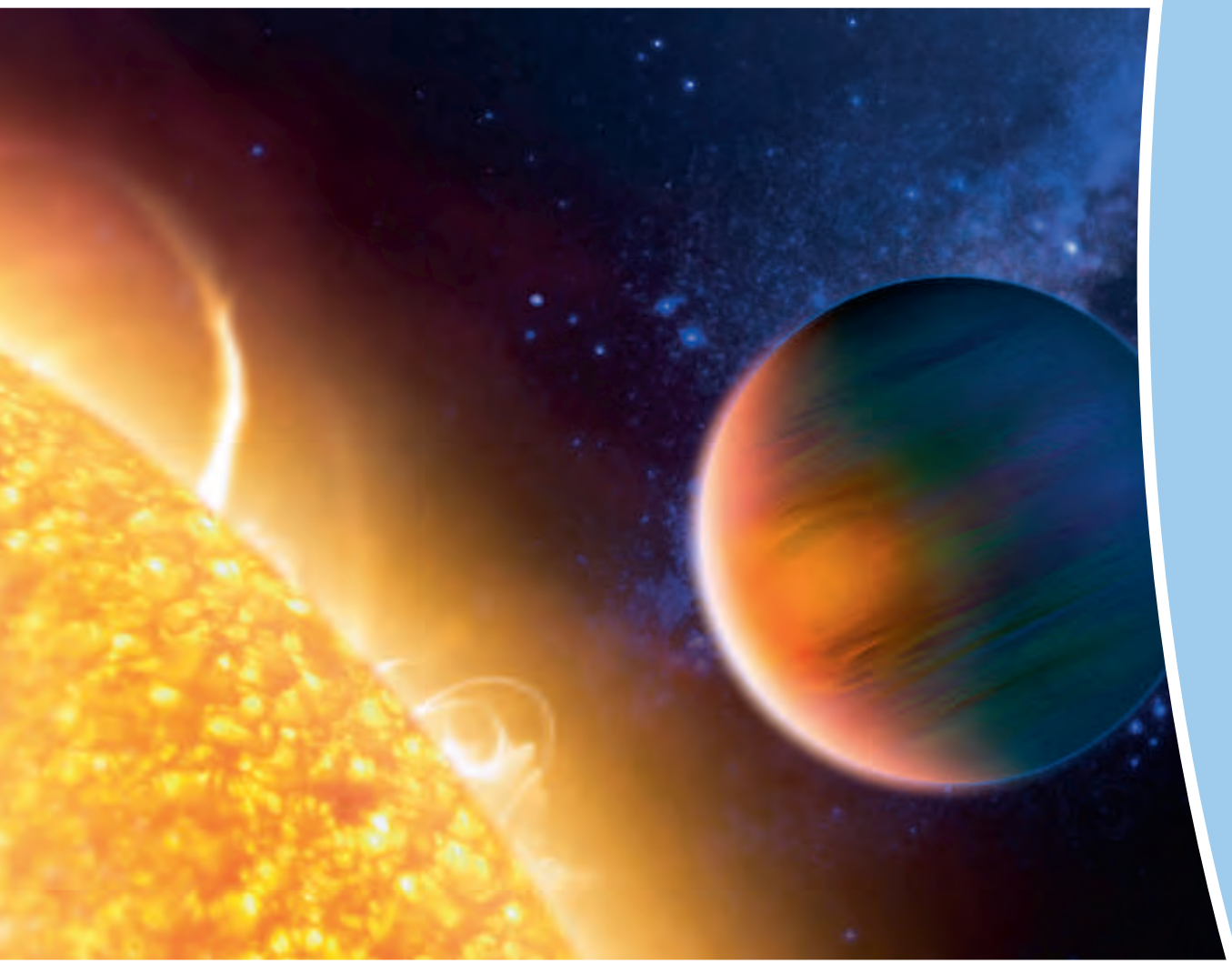
Mag die Schweizer Raumfahrtindustrie in Bezug auf ihre Grösse auch nicht mit den grössten europäischen Ländern mithalten können, in Bezug auf Qualität und Innovation kann sie es allemal. Die Trägerraketen Ariane und Vega, der unbemannte Raumtransporter ATV oder die Weltraumteleskope Herschel und Planck, das sind nur ein paar Beispiele für anspruchsvolle Weltraumprogramme, an denen die Schweizer Industrie massgeblich beteiligt ist. Kaum eine europäische Mission verzichtet heute auf Technik aus der Schweiz.

All das wäre nicht möglich ohne das Engagement der Schweiz im Rahmen der Europäischen Weltraumorganisation ESA von der ersten Stunde an. In den anspruchsvollen Programmen der ESA erwirbt die Industrie das Know-how, mit dem sie sich einen exzellenten Ruf und eine aussichtsreiche Position auf dem globalen Wachstumsmarkt für Raumfahrttechnik erworben hat.

Diese Position zu festigen und weiter auszubauen, muss das Ziel für die kommenden Jahre sein. Dabei gilt es nicht nur, technologische und wirtschaftliche Herausforderungen zu meistern, sondern auch politische – beispielsweise die wachsende Bedeutung der Europäischen Union bei der Definition und Umsetzung der europäischen Weltraumaktivitäten, die sich in Grossprogrammen wie Galileo oder Kopernikus manifestiert, oder die Tendenz der grossen europäischen Länder, nationale Programme zu stärken, zu denen die Schweizer Industrie a priori keinen Zugang hat. Bewältigen können wir diese Herausforderungen nur, wenn auch zukünftig die massgeblichen Akteure – Wissenschaft, Politik und Industrie – erfolgreich zusammenarbeiten.

Die vorliegende Broschüre möchte deshalb nicht nur einen Überblick über die Schweizer Raumfahrtindustrie und ihre Aktivitäten geben, sondern sie versucht auch, eine Brücke über die genannten Akteure des Raumfahrtsektors zu schlagen und den Lesern aufzuzeigen, welche Bedeutung der Raumfahrt heute für Bildung, Fortschritt und Wohlstand in der Schweiz zukommt.

Axel Deich



Inhalt

Inhaltsverzeichnis

Raumfahrt als Wirtschaftsfaktor	Seite 6
Raumfahrt als Garant für Umwelt und Sicherheit	Seite 8
Raumfahrt als Wissensförderer	Seite 10
Raumfahrt als Schlüssel zu neuen Technologien	Seite 13
Der Raumfahrtmarkt in Europa	Seite 15
ESA, das Tor Europas zum Weltraum	Seite 16
Die Bedeutung der Raumfahrt für die Schweiz	Seite 17
Schweizer Beiträge an ESA-Weltraummissionen	Seite 18
Geografische Verteilung der Schweizer Raumfahrtindustrie	Seite 20
Die Entwicklung des Schweizer Raumfahrtmarktes	Seite 21
Arbeitsplätze und Ausbildung	Seite 23

Porträts der SSIG-Mitglieder

SSIG – Swiss Space Industries Group	Seite 24
ACUTRONIC Switzerland Ltd.	Seite 25
AEO Aerospace Engineering Office	Seite 25
APCO Technologies SA	Seite 26
Art of Technology AG	Seite 26
Clemessy Switzerland AG	Seite 27
Condor SA	Seite 27
CSEM Swiss Center for Electronics and Microtechnology, Inc.	Seite 28
FISBA OPTIK AG	Seite 28
Oerlikon Space AG	Seite 29
Precicast SA	Seite 29
RUAG Aerospace AG	Seite 30
Vibro-Meter SA	Seite 30
Impressum	Seite 31

Raumfahrt als Wirtschaftsfaktor

Tägliche Routine überall auf der Welt – Millionen Menschen konsultieren morgens vor dem Griff in den Kleiderschrank den Wetterbericht. Die schnellste Route zum externen Kundentermin berechnet das Navigationsgerät, und im Hochgeschwindigkeitszug werden noch schnell die wichtigsten Mails beantwortet.

Produkte und Dienstleistungen, welche wir der Raumfahrt verdanken, finden sich in vielen Bereichen des modernen Alltags. Oftmals werden sie genutzt, ohne dass deren Verbindung zur Raumfahrt bewusst wahrgenommen wird. Dabei sind es gerade die Anwendungen aus der satellitengestützten Kommunikation und Navigation, welche mit 55% den Hauptanteil am globalen Marktvolumen ausmachen. Dieses betrug im Jahr 2007 rund 250 Milliarden USD, die jährliche Wachstumsrate liegt bei mehr als 10%.

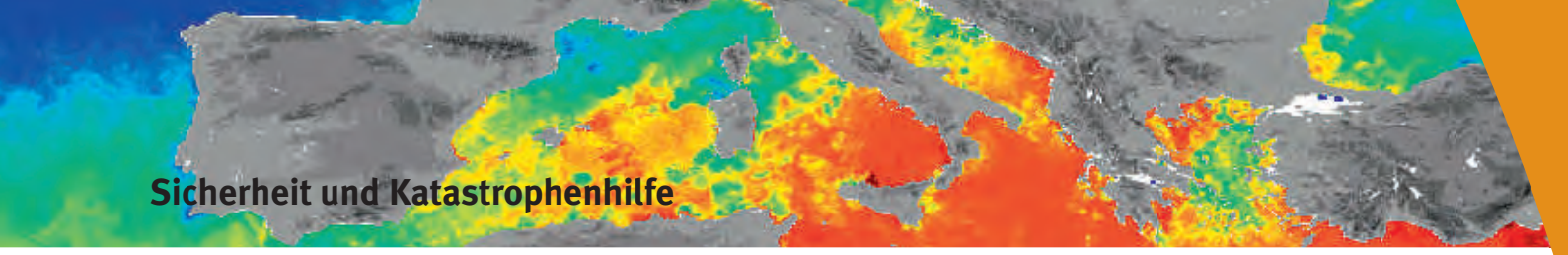
Lückenlose Kommunikation überall und jederzeit – die moderne Gesellschaft stellt hohe Anforderungen an die zahlreichen Fernmeldesatelliten, welche die Erde umkreisen. Nicht nur das Radio und Fernsehen der Zukunft, sondern auch das Internet und die Mobilkommunikation verlangen nach immer höheren Datenübertragungsraten. Dies wird durch immer leistungsfähigere Telekommunikationssatelliten gewährleistet. Sie ermöglichen nicht nur interkontinentale Telefonverbindungen und den Empfang zahlreicher Fernsehprogramme, sondern auch die Breitband-Datenkommunikation und schnelle Internetverbindungen überall auf der Welt. Wie zum Beispiel seit diesem Jahr in den Hochgeschwindigkeitszügen Thalys, wo mit Hilfe von Satellitentechnik die permanente Internetverbindung auch bei Geschwindigkeiten von 300 km/h sichergestellt wird.

Weitere wichtige Anwendungen bilden die satellitengestützte Wettervorhersage für Landwirtschaft und Tourismus und die Nutzung von Satellitendaten für Kartografie und Infrastrukturplanung.

Zunehmende Bedeutung erlangt die satellitengestützte Navigation: Ob zu Wasser, zu Lande oder in der Luft – der Verkehr nimmt stetig zu. Innovative Navigationssysteme helfen, Staus zu verhindern, ermöglichen effizientes Flottenmanagement und eine bessere Ausnützung von Flug- und Schiffsrouten wie auch Schienenwegen. Zum Einsatz kommt dabei das amerikanische, ursprünglich für militärische Zwecke entwickelte GPS-System. Ab 2013 soll jedoch mit Galileo ein ziviles System die europäische Unabhängigkeit gewährleisten und den Markt eröffnen für kommerzielle Dienstleistungen. Dazu gehören unter anderem sicherheitskritische Anwendungen in der Luft- und Schifffahrt sowie beim Bahnverkehr.

Bereits in Planung befindet sich SESAR, nach Galileo das zweite grosse EU-Projekt, welches das Flugverkehrsmanagement gesamteuropäisch vereinheitlichen und modernisieren soll. Dabei sollen auch Galileo-Dienstleistungen eingesetzt werden.

WI-FI
INTERNET
INSIDE



Raumfahrt als Garant für Umwelt und Sicherheit

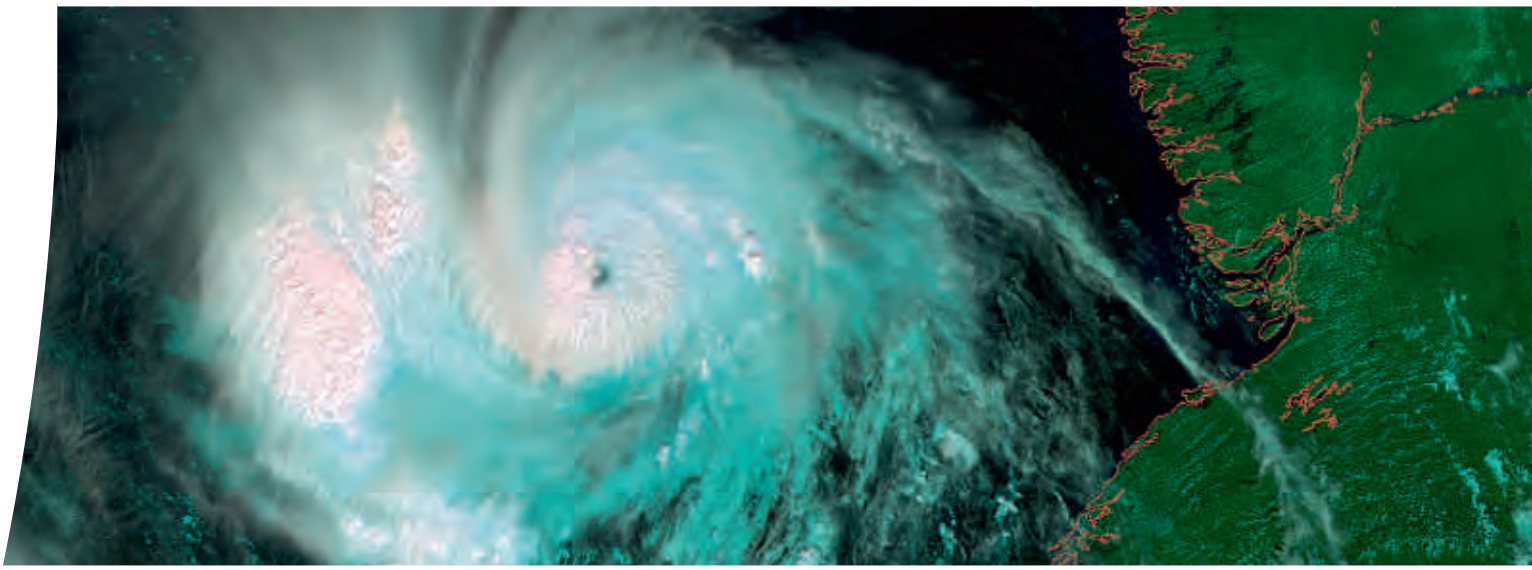
Die Erde in ihrer Vielfältigkeit ist einzigartig. Sie ist aber auch verletzlich. Bald 7 Milliarden Erdenbürger teilen sich Lebensraum, Wasser, Sauerstoff und weitere natürliche Ressourcen. Das hat Folgen: Versiegende Rohstoffe und die schleichende Klimaveränderung bedrohen unseren Planeten zusehends.

Die Zusammenhänge klimatischer Veränderungen auf der Erde lassen sich nur aus der Ferne, also aus dem Weltall, in ihrer Gesamtheit erfassen und begreifen. Heutige Satelliten ermöglichen die grossflächige Beobachtung ganzer Meere und weiter Landstriche. Deren Bilder dienen als Entscheidungsgrundlage für geeignete Massnahmen in den Bereichen Umweltschutz, Landnutzung, Küstenüberwachung und Katastrophenmanagement.

Konkrete Beispiele dafür lassen sich bereits heute nennen. So können mittels Raumfahrttechnologie verborgene Trinkwasservorräte aufgespürt werden, und Daten aus Messungen von Reife- und Feuchtigkeitsgraden erlauben die Landwirtschafts- und Lebensmittelproduktion auch in Gegenden, die bisher nicht dafür vorgesehen waren. Veränderungen von Ozeanströmungen sind auf Satellitenbildern ebenso ersichtlich wie ein Anstieg des Meeresspiegels. So bilden Satellitendaten eine Grundlage für intensive Forschungen im Bereich des Klimaschutzes.

Der Markt für Daten aus der Erdbeobachtung ist gross: EU und ESA schätzen ihn auf 420 Millionen Euro jährlich. Neben Umwelt- und Küstenschutzbehörden, Land- und Forstwirtschaft sowie der Schifffahrt gehört auch der Zivilschutz zu den Nutzern der Satellitentechnik. Rechtzeitige Prävention wie Evakuierungen bei drohenden Naturkatastrophen und effiziente Hilfseinsätze danach wären, besonders in abgelegenen Gebieten, ohne die Zuhilfenahme von Satellitenbildern und den Einsatz von Satellitenkommunikation und -navigation unvorstellbar.

EVACUATION
ROUTE



Raumfahrt als Wissensförderer

Seit jeher ist die Menschheit fasziniert vom Weltall mit seinen Himmelskörpern. Die Frage, ob wir tatsächlich allein im Universum sind, beschäftigt nicht nur die Filmindustrie. Forscher der verschiedensten Kulturen und Epochen haben versucht, dem Geheimnis «von oben» auf den Grund zu kommen. Erst die Raumfahrt jedoch ermöglicht es dem Menschen, die Rätsel des Weltraums genau zu erforschen und nützliche Erkenntnisse daraus zu gewinnen.

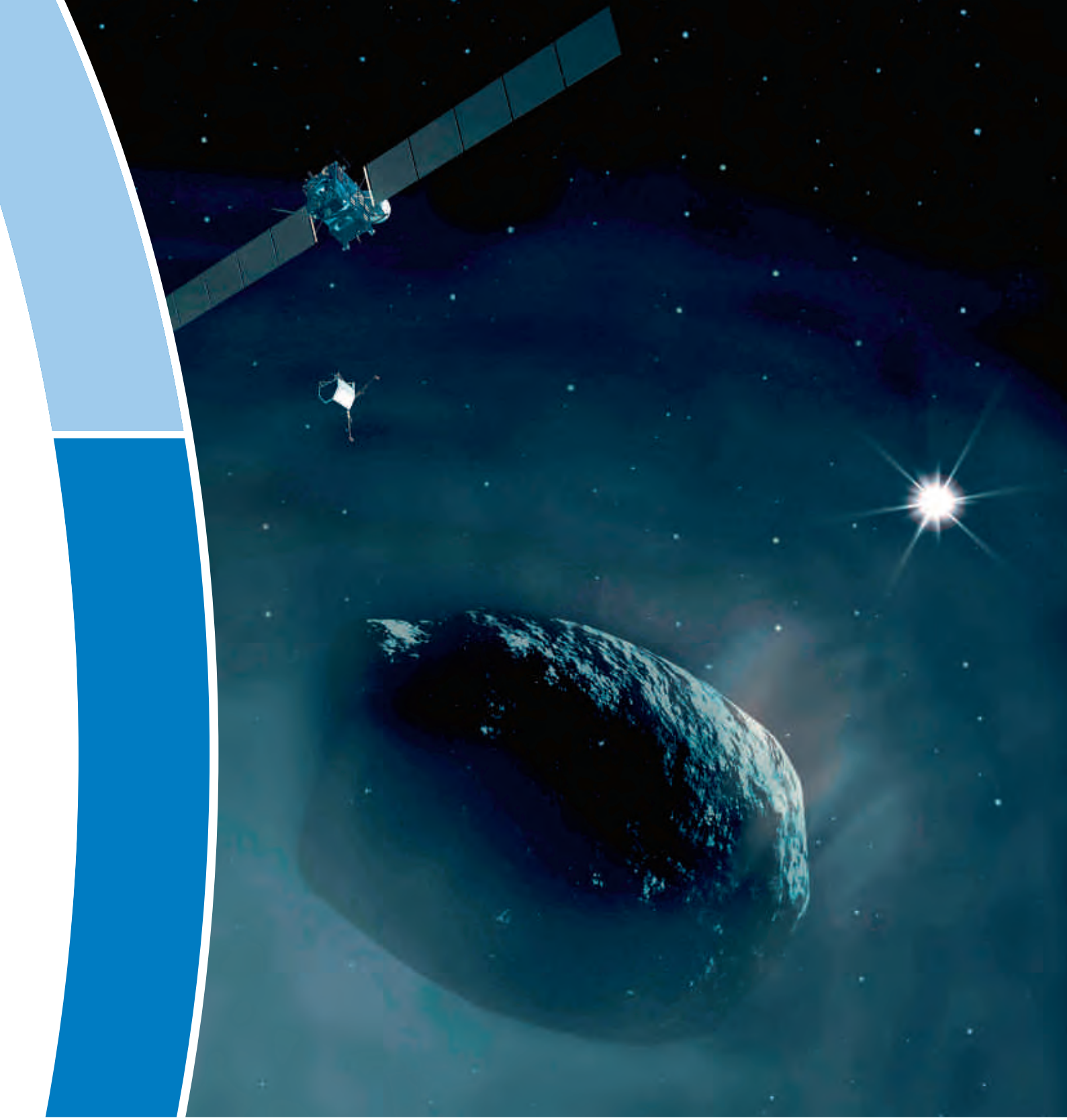
Woher kommen wir? Wohin gehen wir? Was ist der Ursprung allen Lebens? Die grossen Fragen der Menschheit sind bis dato nicht beantwortet. Wissenschaftler auf der ganzen Welt arbeiten jedoch mit Hochdruck daran, mithilfe neuer Technik immer weiteren Einblick ins Weltall zu bekommen. Infrarot-Teleskope wie z.B. das mit Schweizer Beteiligung gebaute Weltraumteleskop Herschel sollen Sterne und Galaxien ausmachen, welche bisher hinter Staub verborgen waren. Sie sollen Aufschluss geben über die Entstehung neuer Planeten und Informationen über das frühe Universum liefern.

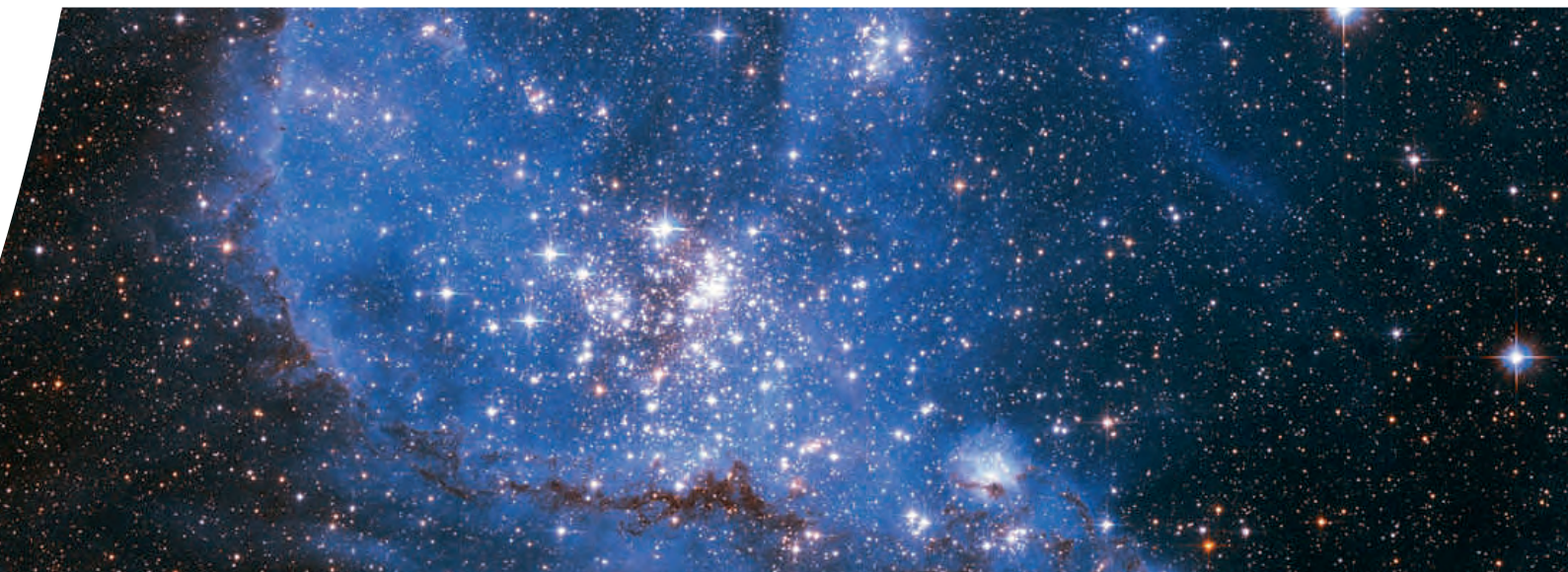
Überwältigende Resultate zu fundamentalen Fragen der Planetenforschung liefert auch die Erforschung von Venus und Mars, welche zurzeit, ebenfalls mit Schweizer Beteiligung, betrieben wird.

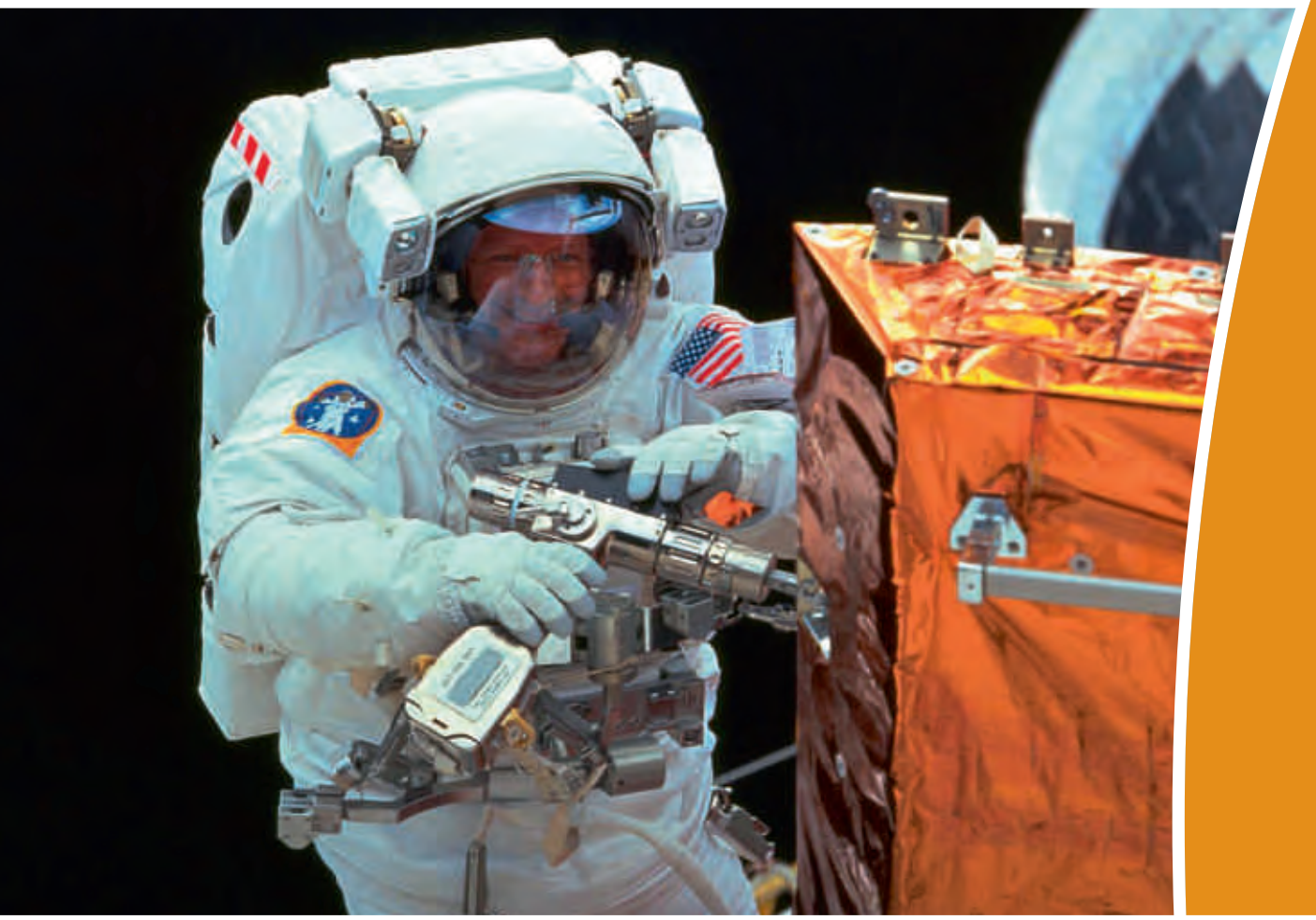
Doch nicht nur die Erforschung des Weltraums beschäftigt Wissenschaftler weltweit, auch die Forschung im Weltraum ist von immensem Interesse. Besonders im Bereich der Grundlagenforschung erhofft man sich Antworten, und zwar von der internationalen bemannten Raumstation ISS. Genauer gesagt, von Columbus, dem Mehrzweck-Wissenschafts- und -Technologielabor. Hier können ohne Einfluss der Schwerkraft Experimente durchgeführt werden, welche auf der Erde nicht möglich sind, die für die Entwicklung neuartiger Technologien aber von zentraler Bedeutung sind.

Neben wichtigen Forschungsergebnissen im Bereich der Biologie und der Medizin sind die auf der ISS gewonnenen Erkenntnisse aus der Materialforschung und Flüssigkeitswissenschaft für die Industrie äusserst wertvoll.

Eine Infrastruktur wie die ISS benötigt natürlich jede Menge Unterhalt. Auch hier leistet die Schweiz einen wichtigen Beitrag durch ihre Mitarbeit am Raumtransporter ATV. Er versorgt die ISS mit Wasser, Sauerstoff, Treibstoff, Nahrung und wissenschaftlichen Nutzlasten. So können auch weiterhin Antworten auf die elementaren Fragen der Menschheit gefunden werden.







esa

Raumfahrt als Schlüssel zu neuen Technologien

Dass Raumfahrt den Einsatz modernster Technologien erfordert, liegt auf der Hand. Spezialisten aus Forschung und Industrie gehen tagtäglich an die Grenzen des technisch Möglichen und darüber hinaus, um mit neuen Mitteln und Wegen die Erforschung des Weltalls voranzutreiben. Dabei hat sich im Verlauf der Jahre gezeigt, dass sich viele der ursprünglich für die Raumfahrt entwickelten Technologien auch auf der Erde gewinnbringend einsetzen lassen.

Ein frühes Beispiel für diesen sogenannten Technologietransfer ist die Entwicklung des Computers bis zur Anwendungsreife. Weitere Beispiele lassen sich heute in grosser Vielzahl in verschiedensten Sektoren und Wirtschaftszweigen finden. Dazu gehören unter anderem die Medizin, die Energiegewinnung, das Transportwesen und natürlich die Industrie. Daneben profitiert aber auch jeder Mensch indirekt von Technologien, welche für mehr Sicherheit im Alltag sorgen.

Nennenswerte Beispiele aus der Schweizer Raumfahrttechnik

Drucksensoren von Vibro-Meter SA wurden entwickelt, um die Dynamik der ausströmenden Gase des Ariane-Raketenmotors zu überprüfen (Buffeting). Heute werden sie in Gasturbinen eingesetzt, um den Verbrennungsprozess zu überwachen und die Einspritzung zu beeinflussen. Das führt zu tiefen Emissionen sowie geringerem Energieverbrauch und Serviceaufwand. Zudem entwickelte die Firma im Rahmen eines ESA-Technolgie-Programms einen hochauflösenden Näherungssensor, der heute in Abstandsmesssystemen in der Nukleartechnik angewendet wird.

MEMS Accelerometer wurden von CSEM entwickelt, um auf dem Telekommunikationssatelliten Olympus die Vibration zu messen. Danach erfolgte der Einsatz dieser Technik im Spaceshuttle Atlantis und in Satelliten. Im Rahmen eines Spin-off entstand die Firma Colibrys SA, welche die MEMS Accelerometers für verschiedene Anwendungen weiterentwickelt. So werden sie zum Beispiel bei Autos und Zügen eingesetzt, um die koordinierte Stabilisierung bei abrupten Lenkungsmanövern sicherzustellen. Die MEMS-Technik macht das Reisen in Hochgeschwindigkeitszügen komfortabel und sicher.

Kohlefaserrohre von RUAG Aerospace wurden für Satellitenkonstruktionen entwickelt. Heute werden sie aufgrund der leichten und trotzdem hochstabilen Eigenschaften in speziellen Druckmaschinen und als Trägerstrukturen von Sensoren in kryogener Umgebung verwendet.

Systeme, die im Weltraum eingesetzt werden, müssen zuvor am Boden rigorosen Prüfungen unterzogen werden. Einmal im Weltraum, ist kein Eingriff mehr möglich. So benötigt man zur Prüfung von hochpräzisen Sonnen- und Sternensensoren ebenso präzise Bewegungssimulatoren. Auch die Prüfung der Navigationssysteme von Trägerraketen erfordert hochdynamische Simulatoren. Die ACUTRONIC Switzerland Ltd. entwickelt solche Simulatoren und nutzt die gewonnenen Erkenntnisse auch für konventionelle Anwendungen.

Hochpräzise Mechanismen, die an Bord von Satelliten zum Einsatz kommen, müssen über Jahre hinweg extrem zuverlässig und wartungsfrei funktionieren. Diese Eigenschaften sind aber keineswegs nur im All gefragt, sondern beispielsweise auch in der Mikrochipfertigung. Mit dem Know-how aus der Entwicklung von Raumfahrtmechanismen produziert Oerlikon Space Blendenmechanismen, die in Lithografiemaschinen zur Chipherstellung zum Einsatz kommen.

ESA K
ESA K

Der Raumfahrtmarkt in Europa

Satellitendaten liefern wichtige Informationen zu Umwelt und Klima, ermöglichen Wetterprognosen und stellen die mobile Kommunikation sicher. Grund genug für die europäischen Regierungen, umfangreiche Investitionen in Raumfahrttechnologien und Weltraumsysteme zu tätigen: Sie machen als institutionelle Kunden im Raumfahrtmarkt zwei Drittel des Umsatzes aus.

Im kommerziellen Raumfahrtmarkt erzielt die europäische Raumfahrtindustrie etwas mehr als einen Drittel ihres Umsatzes. Den Hauptanteil unter diesen kommerziellen Kunden stellen dabei die Satellitendienste, dazu gehört die satellitengestützte Kommunikation (Telekommunikation und Navigation) sowie die damit verbundenen Starts von Satelliten.

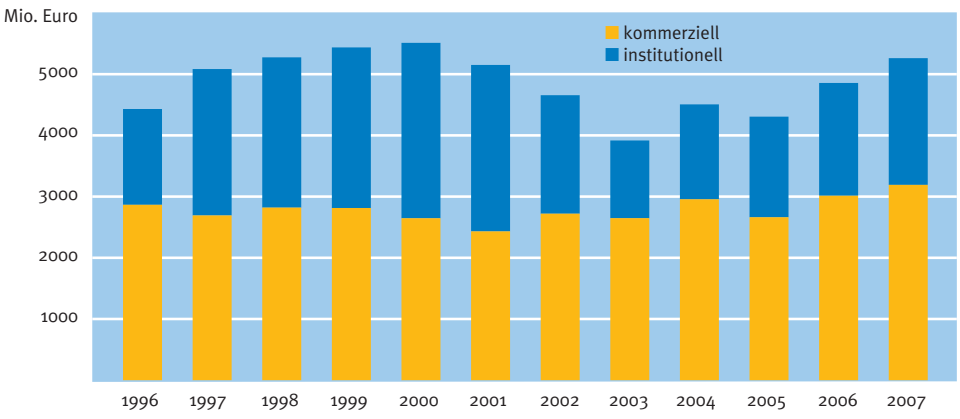
Andere Satellitenanwendungen wie die Erdbeobachtung für Wetterprognosen, den Zivil- und Umweltschutz sind Teil der Staatsaufgaben eines Landes und werden daher dem institutionellen Markt zugeordnet. Dazu gehören auch die wissenschaftliche Forschung im Weltraum, die Erforschung des Universums und die bemannte Raumfahrt.
Die öffentlichen Investitionen in die zivile Raumfahrt betragen ungefähr 6 Milliarden Euro, die Hälfte davon wird im Rahmen der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) investiert, die andere Hälfte in nationale Programme.

Der Umsatz der europäischen Raumfahrtindustrie betrug im Jahr 2007 5,36 Milliarden Euro und wurde von insgesamt 29 637 Beschäftigten erzielt.

Die Umsatzentwicklung des europäischen Raumfahrtmarktes

Kommerzieller Markt
- Trägerraketen
- Nachrichtensatelliten

Institutioneller Markt
- Wissenschaft (ESA)
- Technologie (ESA)
- nationale Programme
- militärische Programme
- Meteosatelliten



ESA, das Tor Europas zum Weltraum

Die Weltraumindustrie ist eine strategisch wichtige Wachstumsbranche mit hoher Wertschöpfung und grosser Bedeutung für die Wirtschaft. Um der globalen Konkurrenz die Stirn zu bieten und Europa eine führende Stellung zu sichern, müssen die vorhandenen Ressourcen effizient genutzt und die Massnahmen gebündelt werden.

Diese Aufgaben übernimmt die Europäische Weltraumorganisation ESA. Sie koordiniert und fördert die Entwicklung der europäischen Raumfahrt. Und stellt sicher, dass die diesbezüglichen Investitionen allen Europäern dauerhaften Nutzen bringen.

Die 18 Mitgliedstaaten der ESA sind Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Grossbritannien, Irland, Italien, Luxemburg, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, die Schweiz, Spanien und Tschechien. An bestimmten Projekten arbeiten im Rahmen entsprechender Kooperationsverträge auch Kanada, Ungarn, Polen und Rumänien mit.

Aus dieser Aufstellung wird schnell deutlich, dass nicht alle EU-Mitgliedstaaten der ESA angehören und umgekehrt. Faktisch ist die ESA eine völlig eigenständige und unabhängige Organisation. Sie unterhält aber über ein ESA/EG-Rahmenabkommen enge Beziehungen zur EU. So teilen sich die beiden Organisationen unter anderem eine gemeinsame europäische Weltraumstrategie und entwickeln gemeinsam die europäische Weltraumpolititk. Die EU will mit ihrer Raumfahrtpolitik die Möglichkeit für ihre Sicherheits-, Umwelt-, Verkehrs-, Wirtschafts- und Sozialpolitik nutzen.

Die ESA verfügt über ein Jahresbudget von rund 3 Milliarden Euro. Die Schweiz beteiligt sich mit rund 150 Millionen Franken jährlich. Dadurch fliessen einerseits Gelder in die Forschung und ermöglichen Schweizer Wissenschaftlern die Teilnahme an bedeutenden ESA-Missionen, andererseits profitiert die Industrie als Zulieferer der Forschung oder direkt durch Aufträge, welche von der ESA vergeben werden.

Die Bedeutung der Raumfahrt für die Schweiz

Als Gründungsmitglied der Europäischen Weltraumorganisation ESA ist die Schweiz seit dem Beginn der Raumfahrt Europas an Weltraumaktivitäten beteiligt. Dadurch verfügen Schweizer Firmen und Institute über ein enormes Know-how und leisteten beispielsweise auch bei der Entwicklung der Trägerrakete Ariane wichtige Beiträge.

Sich auch als kleines Land mitten in Europa als Forschungs- und Wirtschaftsstandort behaupten zu können, ist für die Schweiz elementar. Die Mitgliedschaft in der ESA leistet dabei einen wichtigen Beitrag, denn die Europäische Weltraumorganisation vergibt jährlich wertvolle Verträge für Technologieforschung und -entwicklung. Gemäss der Industriepolitik der ESA erhält jedes Land die Möglichkeit, im Rahmen der geleisteten Mitgliederbeiträge die Teilnahme an ausgeschriebenen Programmen anzumelden.

Der Bereich Raumfahrt des SBF (Staatssekretariat für Bildung und Forschung) trägt die Hauptverantwortung für die Teilnahme der Schweiz an den Programmen und Aktivitäten der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und betreut das Budget. Er sichert die Schweizer Interessen innerhalb der ESA, hauptsächlich in den politischen, institutionellen, rechtlichen, finanziellen und industriellen Programmen sowie in Anwendungs- und Infrastrukturprogrammen.

Im Falle eines erteilten Auftrages profitiert sowohl das direkt beteiligte Unternehmen als auch eine Vielzahl an kleineren und mittelgrossen Firmen, welche als Zulieferer für die grossen Raumfahrtunternehmen eine wichtige Rolle spielen.

Schweizer Unternehmen sind in folgenden Weltraumbereichen tätig: Borddatensysteme, Nutzlastsysteme, Raketentriebwerks-Komponenten, Bodenstationssysteme und -vernetzung, Mechanik und Tribologie, Optik und Optoelektronik, Luftthermodynamik, Tragwerk- und Pyrotechnik, Thermik, Komponenten, Materialien und Prozesse, Datenauswertung und -verwendung.

Im Gegensatz zu einigen grossen europäischen Ländern wie Frankreich, Deutschland, Italien und Grossbritannien gibt es in der Schweiz keine nationalen Raumfahrtprogramme. Sie wickelt beinahe alle ihre Tätigkeiten über die ESA ab. Im Rahmen bilateraler Verträge arbeitet die Schweiz jedoch auch mit der EU zusammen und ist Mitglied bei Eumetsat, welche für die Wettersatellitenprogramme in Europa zuständig ist.

Schweizer Beiträge an ESA-Weltraummissionen

Schweizer Weltraumaktivitäten haben Tradition: Bereits bei der ersten Mondlandung 1969 war an Bord der Apollo 11 als einziges nichtamerikanisches Experiment ein Sonnensegel zur Analyse des Sonnenwindes dabei. Hervorgegangen aus einer Zusammenarbeit der Universität Bern mit der ETH Zürich. Heute umfasst die Schweizer Beteiligung an den ESA-Programmen sowohl wissenschaftliche Projekte wie auch technologische Beiträge der Weltraumindustrie.

Die Schweizer Weltraumwissenschaft engagiert sich innerhalb der ESA hauptsächlich in den Bereichen Astrophysik (Beobachtung des Universums), Erkundung der Himmelskörper des Sonnensystems und Experimente der Fundamentalphysik. So wurden unter anderem massgebliche Beiträge an die ESA-Missionen Mars Express und Venus Express (Erkundung der beiden Nachbarplaneten), Rosetta (Raumsonde) sowie SMART-1 (Raumsonde mit neuartigem Ionenantrieb) geleistet.

Wertvolle Beiträge an ESA-Missionen liefert auch die Schweizer Weltraumindustrie. Wichtige aktuelle Referenzprojekte sind:

- Nutzlastverkleidung, Triebwerkskomponenten, Messinstrumente und die Durchführung von Tests für die Trägerrakete Ariane 5. Die Nutzlastverkleidung wird auch beim zukünftigen ESA-Trägersystem Vega eingesetzt (ab 2009).
- Struktur, Nutzlastschränke, Meteoritenschutz, mechanische Bodenausrüstung und Thermalkontrolle des Raumtransporters ATV, welcher die bemannte Raumstation ISS versorgt.

Weltraummissionen sind immer ein Produkt jahrelanger Vorbereitung. Somit gestalten Schweizer Unternehmen bereits die Zukunft mit:

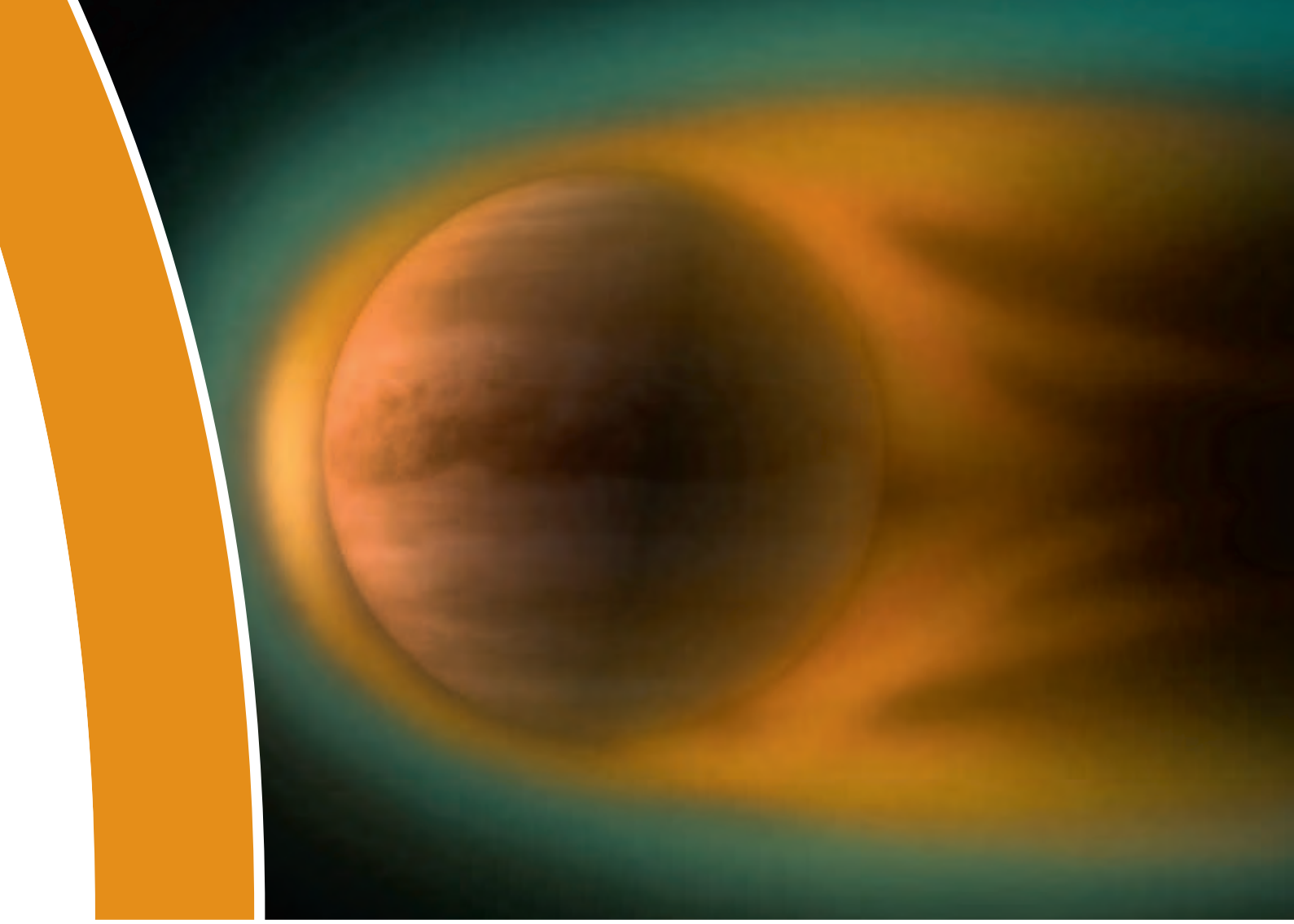
Die Raumsonde Rosetta
Am 2.3.2004 gestartet, soll Rosetta im Jahre 2014 den Kometen 67P/Tschurjumov-Gerasimenko kartografieren und erforschen. Ziel ist es, mithilfe des Landers Philae, welcher auf dem Kometen aufsetzen soll, Erkenntnisse über die Entstehung des Sonnensystems zu gewinnen.

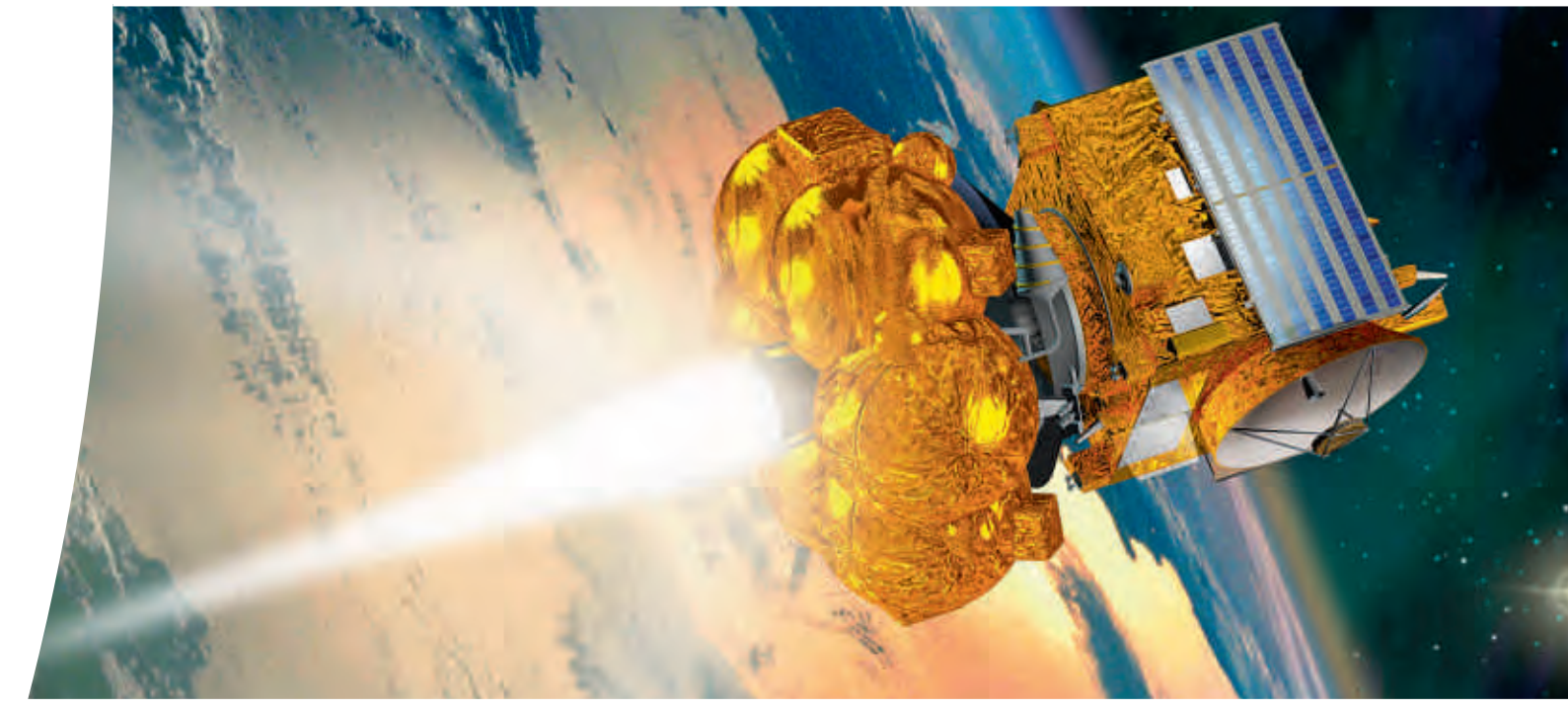
Die Teleskope Herschel und Planck
Der gemeinsame Start der beiden Weltraumteleskope ist auf Anfang 2009 vorgesehen. Während Planck die kosmische Hintergrundstrahlung erforschen wird, soll Herschel als grösstes Infrarot-Weltraumteleskop die Entstehung und Entwicklung ferner Galaxien und junger Sterne beobachten.

ExoMars
Mithilfe des ExoMars-Rovers soll ab Mitte des kommenden Jahrzehnts die Oberfläche des roten Nachbarplaneten erforscht werden. Bodenproben aus bis zu zwei Metern Tiefe sollen Aufschluss über früheres oder aktuelles Leben geben, und die Mission soll Gefahren aufdecken, die bei einer bemannten Marslandung von Bedeutung sein könnten.

BepiColombo
Die Raumsonde soll sich 2013 auf den Weg zum Merkur machen, um dessen Magnetfeld sowie die geologische Zusammensetzung und die Geschichte des Planeten zu ergründen.

LISA Pathfinder (SMART-2)
Der ESA-Satellit soll 2010 starten und Messgeräte für die LISA-Mission testen, welche die ESA gemeinsam mit der NASA 2019 durchführen will. Mit LISA (Laser Interferometry Space Antenna) sollen die Gravitationswellen von massiven Objekten wie zum Beispiel schwarzen Löchern untersucht werden, um Aufschluss über den Zusammenhang von Raum und Zeit zu gewinnen.



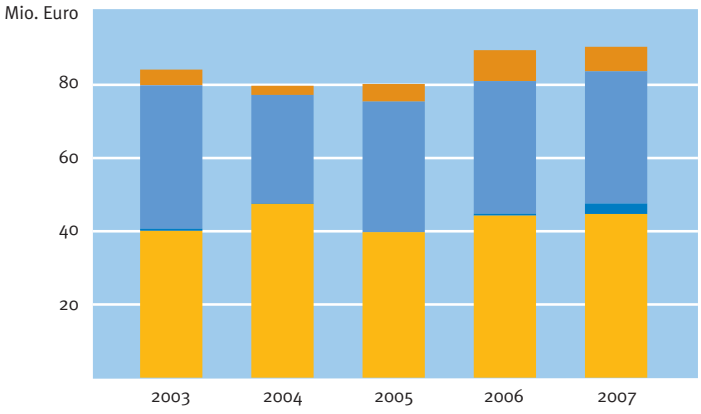


Geografische Verteilung der Schweizer Raumfahrtindustrie

Bei Weltraumprojekten bieten sich immer wieder Kooperationen zwischen der Industrie (Grossunternehmen sowie kleinere und mittelgrosse Unternehmen) und Forschungsinstituten (Universitäten und Fachhochschulen) an. Daher erstaunt es nicht, dass sich viele Firmen der Raumfahrtindustrie in der Nähe der jeweiligen Universitäten oder in den Wirtschaftszentren befinden. Es sind dies vor allem die Standorte Bern, Basel, Luzern, Zürich und St. Gallen, die Westschweizer Städte Genf und Lausanne sowie die Region um Lugano.

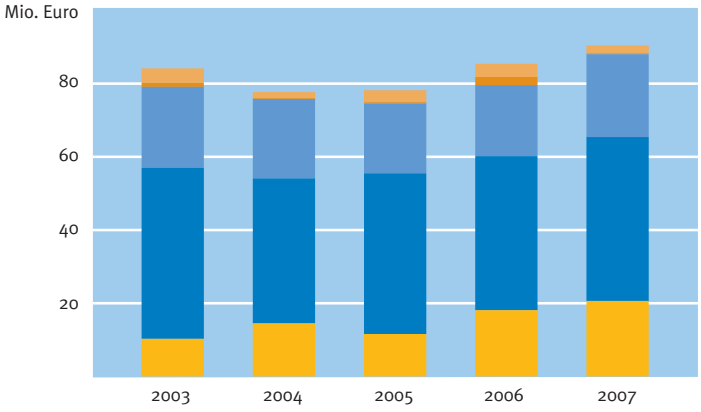
Die Entwicklung des Schweizer Raumfahrtmarktes

Nimmt man den generierten Umsatz der Schweizer Raumfahrtindustrie der letzten Jahre etwas genauer unter die Lupe, zeigt sich auch hier die steigende Nachfrage nach Satellitendiensten. Dieser Trend wird sich Prognosen zufolge in den kommenden Jahren so fortsetzen.



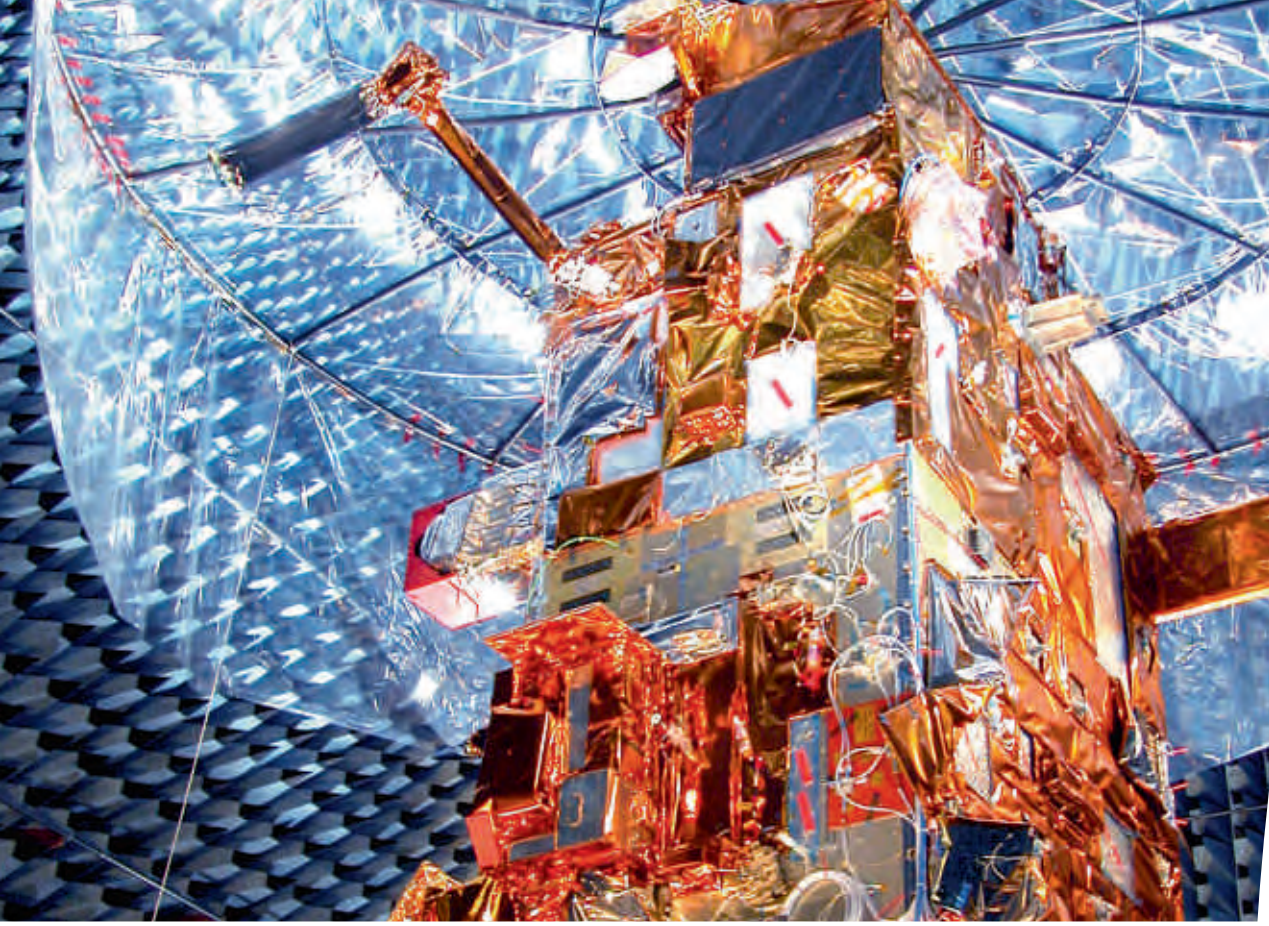
Konsolidierter Umsatz von Schweizer Raumfahrtunternehmen nach Kunden

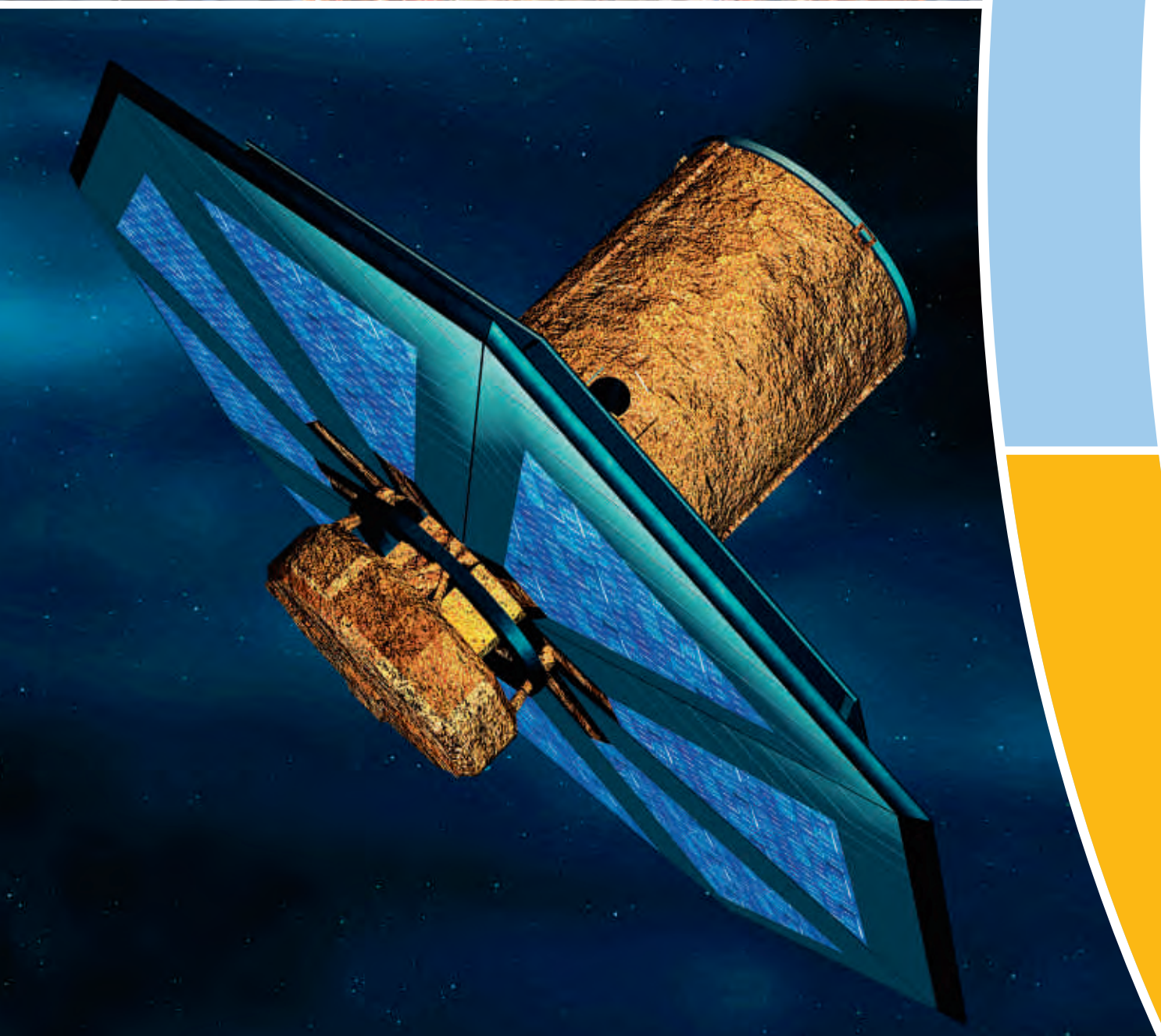
- andere
- kommerzielle Programme (Trägerraketen)
- kommerzielle Programme (Satelliten)
- Institutionelle Programme



Konsolidierter Umsatz von Schweizer Raumfahrtunternehmen nach Aktivitäten

- andere
- Support & Test
- wissenschaftliche Programme
- kommerzielle Programme (Trägerraketen)
- Satellitenapplikationen





Arbeitsplätze und Ausbildung

Die Schweizer Industrie beschäftigt im Sektor der Raumfahrt zurzeit gut 700 Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. In indirektem Bezug zur Raumfahrt stehen aber weitere Tausende Beschäftigte. Ein grosser Teil davon sind Hochschulabgänger, welche in den unterschiedlichsten Bereichen der Raumfahrtindustrie attraktive Arbeitsplätze finden und den jeweiligen Unternehmen qualifiziertes Know-how bringen.

Die Arbeitsplätze in der Schweizer Raumfahrtindustrie

- 37% ETH / Universität / Fachhochschule
- 13% Hochschule und Zusatzausbildung
- 48% Lehre
- 2% ohne Ausbildung

Die Raumfahrtprogramme der ESA schaffen auch in der Schweiz begehrte Arbeitsplätze für hoch qualifizierte Mitarbeiter und fördern den Wissenstransfer zwischen den Forschungsinstituten und der Industrie.

Die Mitarbeiter der beteiligten Unternehmen haben nicht nur die unterschiedlichsten Ausbildungswege absolviert, sie kommen auch aus den verschiedensten Bereichen und tragen somit zu einem vielfältigen Know-how bei. Dazu gehören Fachkenntnisse in den Bereichen Computerwissenschaften, Mechanik, Elektronik, Aerodynamik und Tribologie.

Dieses sehr breit abgestützte Fachwissen erlaubt es den Unternehmen, den in der Raumfahrt anfallenden, komplexen Aufgabenstellungen mit innovativen Lösungsansätzen zu begegnen.

Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung des ExoMars-Rovers, bei welchem die problemlose Fortbewegung unter Extrembedingungen bezüglich Steigung, Gefälle und Temperaturen gewährleistet sein muss.

SWISS SPACE INDUSTRIES GROUP

Profil

In der Swissmem-Fachgruppe «Swiss Space Industries Group» (SSIG) sind Firmen organisiert, die massgeblich in der breit gefächerten, kompetitiven schweizerischen Raumfahrtindustrie tätig sind. Diese Industrie entwickelt Lösungen für alle Bereiche der Raumfahrt: Strukturen für Trägerraketen, Satelliten, Weltraumtransporter, Komponenten für Antriebsmotoren und wissenschaftliche Instrumente.

Als ausgewiesene Spezialisten in den Bereichen Mechatronik, Optik, Sensorik, Elektronik und Software nehmen unsere Firmen an den verschiedenen ESA-Projekten teil und bewähren sich im harten europäischen Wettbewerb durch Qualität, Know-how, Flexibilität und Liefertreue. Raumfahrttechnik darf man wohl als Inbegriff für Innovation nennen. Die Raumfahrt bündelt nahezu alle strategischen Technologien. Deshalb zeichnet sich diese Branche auch klar als zukunftsorientierter, innovativer und interessanter Arbeitgeber aus.

Kontakt

Swiss Space Industries Group (SSIG)
c/o Swissmem
Kirchenweg 4
Postfach
CH-8032 Zürich

Telefon +41 44 384 41 11
Telefax +41 44 384 48 49
www.swissmem.ch

ACUTRONIC

Profil
ACUTRONIC ist der weltweit führende Hersteller von Bewegungssimulatoren für die Luft- und Raumfahrt-, die Verteidigungs- und Automobilindustrie. Die Unternehmensgruppe entwickelt und baut Standard- und kundenspezifische Anlagen, die bei der Entwicklung und Herstellung von Kreiseln, Inertialnavigationssystemen, Lenkwaffen und intelligenter Munition sowie von elektrooptischen Geräten und Radomen zum Einsatz kommen. Die Simulatoren erlauben unseren Kunden, dynamische Bewegungsabläufe im Labor wahrheitsgetreu nachzubilden. Bei Bedarf kommen Temperatur und/oder Vakuum dazu.

Referenzen
Typische Raumfahrtanwendungen von ACUTRONIC-Simulatoren sind:
- hochpräzises Positionieren, kombiniert mit den Umweltbedingungen im All (Vakuum, Temperatur) zur Prüfung der Sternnavigation,
- die Nachbildung von Start- und Flugprofilen zur Prüfung der Inertialnavigationssysteme von Trägerraketen mittels hochdynamischer Flugsimulatoren,
- die Nachbildung der im All reibungslosen Bewegung mittels luftgelagerter Drehachsen zur Prüfung von Drallrädern.

Kontakt
ACUTRONIC Switzerland Ltd.
Techcenterstrasse 2
CH-8608 Bubikon

Telefon +41 55 253 23 23
Telefax +41 55 253 23 33
office@acutronic.ch
www.acutronic.com

aeo

Profil
AEO bietet seit über 30 Jahren Engineering-Beratung für Luft- und Raumfahrt sowie Maschinenbau. AEO deckt mit seiner weitreichenden Erfahrung ein grosses Einsatzgebiet ab: FE-Berechnung, Raumfahrtforschung und -entwicklung, System-Engineering, mechatronisches Design, Testing und technisch-wissenschaftliche Softwareentwicklung. Des Weiteren verfügt AEO über breite Erfahrung in der Hardwareentwicklung, speziell im Bereich von Leichtbaukonstruktionen (Raumfahrt-, Flugzeug- und Fahrzeugstrukturen, wissenschaftliche Experimente, Mechanismen etc.).

Referenzen
- AEO war verantwortlicher Ingenieur für die statischen Qualifikations- und Regentests der Nutzlastverkleidung der Ariane-Trägerrakete.
- AEO entwickelte für die ESA mathematische Methoden (Diff. Sensitivity) und technisch-wissenschaftliche Software (STACE, DEBRIS) wie auch für die NASA kinematische Modelle (Spaceshuttle RMS).
- AEO entwarf, baute und testete den Verschlussmechanismus für die optischen Experimente des SOHO-VIRGO-Forschungssatelliten (BB & SM).

Kontakt
AEO
Aerospace Engineering Office
Postfach 310
CH-8855 Wangen SZ

Telefon +41 55 460 21 00
info@aeo.ch
www.aeo.ch

Porträts

APCO TECHNOLOGIES

Profil
APCO Technologies ist eine unabhängige Firma, welche sich auf die Entwicklung und Produktion von hoch qualifizierten elektromechanischen Ausrüstungen für die Raumfahrt und Nuklearindustrie spezialisiert hat.
APCO Technologies arbeitet ausgesprochen projektorientiert und liefert erstklassige, innovative und konkurrenzfähige Kundenlösungen, welche vollständig der ISO-9001-Version 2000 sowie der ISO-Version 2004 Umwelt-Zertifizierung entsprechen.

Referenzen
- Flugstrukturen: Aluminium/Aluminium- sowie CFRP/Aluminium-Sandwich-Panele, Strukturen (SODISM, PICARD, PROBA-2, SMART-1 S/C), Leichtmetallstrukturen (Herschel PLM), genietete Aluminiumstrukturen (ISS Cupola, Huygens).
- Wissenschaftliche Instrumente (Reflectron-Time-of-Flight-[RTOF]-Massen-Spektrometer für die Rosetta-Mission).
- Integration, Werkzeuge und Tests, Ausrüstungen (komplettes Set von MGSE für GAIA PLM, SMOS-MIRAS, Herschel S/C, Planck S/C, XMM S/C, Integral SVM, Automated Transfer Vehicle [ATV], Rosetta S/C, Ariane 4 und 5).

Kontakt
APCO Technologies SA
Chemin de Champex 10
CH-1860 Aigle

Telefon +41 24 468 98 00
Telefax +41 24 468 98 01
space@apco-technologies.eu
www.apco-technologies.eu

ART OF TECHNOLOGY

Profil
Die Art of Technology AG entwickelt im Kundenauftrag anspruchsvolle Hard- und Software. Der Einsatz spezieller Miniaturisierungstechniken ermöglicht die Entwicklung von kleinen, leichten und zuverlässigen Systemen.
Ein breit abgestütztes System-Know-how garantiert eine schnelle Einarbeitung in neue Aufgaben, und unser gelebtes Qualitätssystem (Zulassung für aktive Implantate) gewährleistet höchste Qualität.
Alle Dienstleistungen werden als einzelne Services oder als Turn-Key-Solution angeboten.

Referenzen
- Studie für SEIS-EL: Evolution to Hybrid Implementation – Feasibility Study for a Seismometer Electronic (Components and Materials).
- Verschiedene tragbare/Stand-alone-Geräte zur Messung von Vitalfunktionen.
- Verschiedene Entwicklungen mit industriellen und medizinischen Sensoren mit Fokus auf niedrigem Energieverbrauch und anspruchsvollen Umgebungsbedingungen.

Kontakt
Art of Technology AG
Technoparkstrasse 1
CH-8005 Zürich

Telefon +41 43 311 77 00
info@art-of-technology.ch
www.art-of-technology.ch

Clemessy

Profil

Clemessy Switzerland AG beschäftigt sich mit dem Design, der Entwicklung und der Implementierung von elektronischer Hardware für Bodensysteme. Dies für die grössten Akteure der Raumfahrt und für Flughäfen sowohl in der Schweiz wie in Europa. Clemessy Switzerland AG hat erfolgreich zu den meisten Projekten der europäischen Raumfahrt beigetragen und offeriert eine breite Palette von Services und Lösungen am Boden. Das Unternehmen bietet ebenfalls Unterstützung und Expertisen für elektrisches Software-Engineering.

Referenzen

- GMES (Global Monitoring for Environment and Security) Sentinel-1 C-band SAR Power and Monitoring Special Check Out Equipment
  Kunde: Astrium Deutschland
- Monitoring and Control System for the Large Space Simulator
  Kunde: ESA/ESTEC
- Design and Development of the Dual Programming Centre Software of the Pleiades Constellation
  Kunde: Cap Gemini Frankreich/CNES

Kontakt

Clemessy Switzerland AG
Güterstrasse 86b
CH-4053 Basel

Telefon +41 61 205 31 50
Telefax +41 61 205 31 51
cys.ch@clemessy.com
www.clemessy.com

CONDOR

Profil

Am 1. August 2007 hat Condor International SA die Aktivitäten der Vorgängerin Condor SA wieder aufgenommen. Abgesehen von der Chassis-Fabrikation von Geländefahrzeugen fokussiert die neue Firma ihre Tätigkeiten im Bereich der Luftfahrtindustrie. Mit der Konzeption, der Fabrikation, der Fertigung und der Kommerzialisierung von Flugzeugsitzen, von Serviertabletts und Servierwagen für Kabinenpersonal, aber auch der Fertigung von komplexen Titanapplikationen für die Luftfahrt hat Condor International SA nun ihr Hauptstandbein im Markt der Flugindustrie-Zulieferer.

Kontakt

Condor SA
Rue Scheffer 6
CH-2853 Courfaivre

Telefon +41 32 427 01 01
Telefax +41 32 426 72 10
contact@condor-sa.ch
www.condor-sa.ch

csem

Profil

CSEM (Swiss Centre for Electronics and Microtechnology, Inc.) ist ein Zentrum von internationalem Format, welches sich auf die Forschung und Entwicklung sowie die notwendige Synergie zwischen Forschung und industrieller Entwicklung konzentriert. Ihre Hauptaufgabe sieht CSEM im Generieren von neuem Hightech-Geschäft, das auf höchstem Know-how-Level und der Expertise in Mikroelektronik, Mikrotechnologie und den damit verbundenen Systemen und Materialien basiert. Raumfahrtprojekte werden im Rahmen eines Raumfahrtprogramms ausgeführt.

Referenzen

- CSEM entwickelt einen Prototyp, welcher die physiologischen Parameter der Astronauten überwacht, um die physische und mentale Gesundheit und das Wohlbefinden beeinflussen zu können.
- Reaktions-Sphären-Demonstrator: ein innovatives Lage- und Orbit-Kontrollsystem für Satelliten, welches die Reaktionsräder ersetzen wird.
- Programmierbare Micro-Diffraction Gratings (PMDG) für den Einsatz in zukünftigen planetarischen Erkundungsmissionen.

Kontakt

CSEM Swiss Center for Electronics and Microtechnology, Inc.
Rue Jaquet-Droz 1
CH-2007 Neuchâtel

Telefon +41 32 720 51 11
Telefax +41 32 720 57 30
info@csem.ch
www.csem.ch

FISBA OPTIK

Profil

Die Kompetenzen von FISBA OPTIK im Bereich der Raumfahrttechnologie reichen von der Entwicklung und Fertigung von anspruchsvollsten optischen Komponenten bis hin zu hochstehenden Leistungen bei der Laserdiodentechnologie und der optischen Messtechnik. Durch die jahrzehntelange Erfahrung in der Herstellung von Mikrooptiken unter Reinraumbedingungen verfügt FISBA über das erforderliche Know-how bei optischen Systemen für Space-Anwendungen. FISBA arbeitet eng mit Instituten und Raumfahrtunternehmen zusammen.

Referenzen

- Das Vierfach-Kameraobjektiv auf der ESA-Raumsonde Venus Express, welches in vier Kanälen des elektromagnetischen Spektrums seit zwei Jahren die Atmosphäre der Venus zuverlässig untersucht.
- Das Telekameraobjektiv von FISBA für die ESA-Mondsonde SMART-1, mit welchem über 20 000 hochaufgelöste Bilder des Erdtrabanten gewonnen wurden.
- Weitere Optiken von FISBA fliegen auf den Raumsonden Rosetta, BepiColombo und ExoMars mit.

Kontakt

FISBA OPTIK AG
Rorschacher Str. 268
CH-9016 St. Gallen

Telefon +41 71 282 31 31
Telefax +41 71 282 31 30
info@fisba.ch
www.fisba.ch

oerlikon
space

Profil

Die Oerlikon Space AG ist das grösste Schweizer Raumfahrtunternehmen. Am Firmenstandort in Zürich entwickeln und fertigen rund 350 hoch qualifizierte Mitarbeiter Hightech-Komponenten für den Einsatz im Weltall. Oerlikon Space liefert die Nutzlastverkleidungen für die europäischen Trägerraketen Ariane 5 und Vega. Mit ultraleichten, hochstabilen Strukturen, Präzisionsmechanismen und innovativen Produkten, wie z.B. Laserterminals für die optische Kommunikation zwischen Satelliten, ist Oerlikon Space an vielen Raumfahrtprogrammen weltweit beteiligt. Oerlikon Space ist eine Business-Unit des Oerlikon-Konzerns.

Referenzen

- Nutzlastverkleidungen: Oerlikon Space ist Weltmarktführer für Nutzlastverkleidungen (Fairings) in Composite-Technologie, unter anderem für die europäische Trägerrakete Ariane 5 und die US-amerikanische Atlas V.
- ATV: Von Oerlikon Space kommt die Struktur für das Antriebsmodul des unbemannten europäischen Raumtransporters ATV (Automated Transfer Vehicle).
- ExoMars-Rover: Oerlikon Space entwickelt und baut das Fortbewegungssystem für den ExoMars-Rover, ein autonomes Roboterfahrzeug der Europäischen Weltraumorganisation ESA.

Kontakt

Oerlikon Space AG
Schaffhauserstrasse 580
CH-8052 Zürich

Telefon +41 44 306 22 11
Telefax +41 44 306 29 10
info.space@oerlikon.com
www.oerlikon.com/space

PRECICAST SA

Profil

Die Precicast AG ist eine Feingiesserei, welche sich auf die Herstellung von luft- und vakuumerschmolzenen Gussstücken, vorwiegend auf Nickel- und Kobaltbasis-Superlegierungen, mit equiaxed und gerichtet erstarrter Kornstruktur spezialisiert hat. Es können Teile mit einem Stückgewicht von einigen Gramm bis ca. 100 kg und Abmessungen bis zu einem Durchmesser von ca. 1000 mm hergestellt werden. Alle Produkte können unter Vakuum wärmebehandelt und mittels zerstörungsfreien Prüfungen, Masskontrollen und metallografischen Untersuchungen geprüft werden.

Referenzen

- Lauf- und Leitschaufeln sowie Strukturteile für stationäre und Luftfahrt-Gasturbinen (Kunden: Alstom Power, Siemens, Ansaldo, MAN Turbo, Snecma, Turbomeca, Rolls-Royce, GEAE, ITP)
- Gussstücke für die Raumfahrt wie Komponenten der Brenn- und Schubkammer für die Raketentriebwerke Vulcain II und Vinci des Ariane-5-Programmes (Kunden: EADS Astrium, Snecma, Avio Group)
- Verdichterräder für Grossdieselmotoren (Kunden: ABB Turbo, MAN B&W Diesel)

Kontakt

PRECICAST SA
CH-6883 Novazzano

Telefon +41 91 695 77 11
Telefax +41 91 695 77 12
info@precicast.com
www.precicast.com

RUAG
Aerospace Defence Technology

Profil
RUAG Aerospace ist ein führender Anbieter in der zivilen und militärischen Luft- und Raumfahrtindustrie. Im europäischen und amerikanischen Raumfahrtmarkt kann die RUAG Aerospace auf eine lange Historie zurückblicken. Sie konnte ihr technisches Know-how in unzähligen Projekten unter Beweis stellen. Zu den Kernkompetenzen gehören die Entwicklung, Herstellung, Integration, das Testen und Qualifizieren von: mechanischen und elektromechanischen Systemen, Subsystemen und Komponenten, Ultraleichtstrukturen, elektronischen und optischen Komponenten sowie Mikro-g- und wissenschaftlichen Experimenten.

Referenzen
- Hochpräzisions- und Positionierungsmechanismen für z.B. BepiColombo, James Webb Space Telescope (JWST), MIRI CCC, LISA GRPM.
- Leichtgewichts-Strukturen für Missionen wie z.B. die Rosetta High Gain Antenna, Herschel, den ATV, Ariane 5, SWARM, den European Robotic Arm.
- Entwicklung des Luft-Vitalisierungs-Systems für die ISS.

Kontakt
RUAG Aerospace AG
Postfach 301
Seetalstrasse 175
CH-6032 Emmen

Telefon +41 41 268 41 11
Telefax +41 41 260 25 88
marketing.aerospace@ruag.com
www.ruag.com

Vibro-Meter

Profil
Vibro-Meter produziert Sensoren und Systeme mit hoher Zuverlässigkeit, um kritische Maschinen zu überwachen. In unserem Hauptsitz befinden sich umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsanlagen sowie Produktion, Verkauf und Kundenbetreuung. Fast alle Verkehrsflugzeuge, Hubschrauber, Raumfahrzeuge und Turbomaschinen zur Energieerzeugung werden mit unseren Systemen ausgestattet. Wir helfen, durch die Anwendung von Zustandsüberwachungstechniken Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit der Turbomaschinen zu optimieren.

Referenzen
- Health Monitoring System DIADEM für Raketentriebwerke unter CNES GPX Programme und ESA Future Launcher Preparatory Programme FLPP.
- TPX-Instrumentation (zukünftige Ariane 5 Vulcain Wasserstoffturbopumpe). Interne Weg- und Drehzahlmesssysteme, Vibrations- und dynamische Druckmesssysteme.
- VINCI-Instrumentation (zukünftige Ariane 5 – zweite Stufe Triebwerk). Interne Weg- und Drehzahlmesssysteme, Vibrations- und dynamische Druckmesssysteme.

Kontakt
Vibro-Meter SA
Rte de Moncor 4
Postfach 1616
CH-1701 Fribourg

Telefon +41 26 407 11 11
Telefax +41 26 402 36 62
www.vibro-meter.com

Impressum
Herausgeber: Swissmem, Fachgruppe Raumfahrttechnik, Zürich
Verantwortung: Benno Winkler
Konzept/Text/Grafik: freiraum Werbeagentur AG, Zug
Druck: linkgroup, Zürich
Bildmaterial: ESA, iStockphoto

SSIG – Swiss Space Industries Group • Eine Fachgruppe von Swissmem
Kirchenweg 4 • Postfach • CH-8032 Zürich
Telefon +41 44 384 41 11 • Telefax +41 44 384 42 42

SWISS SPACE INDUSTRIES GROUP