

Der Weg der Schweiz in den Weltraum

30 Jahre PRODEX – PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques



Impressum

Herausgeber: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI
Einsteinstrasse 2, CH-3003 Bern
info@sbfi.admin.ch
www.sbfi.admin.ch
Konzept und Redaktion: Xandracom GmbH, Winterthur
Layout: Thomas Lüthi, Désirée Kunze
Fotos: Christophe Stolz
Übersetzungen: Sprachdienst SBFI und Bundeskanzlei
Druck: Neidhart + Schön AG, Zürich
Sprachen: D/F/I/E
ISSN 2296-3677

Alle Informationen und Zahlen zu Projekten basieren auf dem Stand Frühling 2015.
Download dieser Publikation: www.sbfi.admin.ch/PRODEX-de
© 2015 Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Titelbild:
2017 – auf den Spuren einer zweiten Erde: Das CHEOPS-Teleskop (Characterizing ExOPlanet Satellite)
wird unter Schweizer Leitung die Eigenschaften von Planeten in benachbarten Sonnensystemen untersuchen.

Bild Rückseite:
1969 – historischer Forschungserfolg: Nach der ersten Mondlandung stellte der US-Astronaut Buzz Aldrin
das von der Universität Bern entwickelte Sonnensegel auf.



Liebe Weltraum-Interessierte

Dass die Astronauten der ersten Mondlandung Schweizer Uhren am Handgelenk trugen, ist vielen Leute bekannt. Aber haben Sie auch gewusst, dass die Schweiz damals das einzige nicht-amerikanische wissenschaftliche Experiment mit an Bord hatte und dieses sogar noch vor dem Hissen der amerikanischen Flagge auf dem Mond aufgestellt wurde?

Dabei war das Sonnensegel der Universität Bern nicht der erste grosse Wurf der Schweizer Weltraumforschung. Die Schweiz konnte, befruchtet durch eine exzellente Basis aus Bildungswesen, Forschungsförderung und industrieller Innovation, bereits zu Beginn der 1950er-Jahre die ersten Erfolge in der Erschliessung der satellitengestützten Weltraumforschung verzeichnen.

In Anbetracht der benötigten Ressourcen stand seit jeher fest, dass die Schweiz ihren Platz in der Weltraumforschung ausschliesslich über internationale Kooperationen schaffen und erhalten kann. Daher brachte sie sich als Gründungsmitglied auch in die Geschicke der europäischen Weltraumorganisation ein. Aus diesem Engagement entstand PRODEX: Ziel war es, die Projektführungs- und technischen Kompetenzen der ESA für die Instrumentenentwicklungen kleiner Staaten verfügbar zu machen. Damit konnten neu auch Staaten mit wenig Ressourcen und bereichsspezifischen Strukturen an der Entwicklung und dem Bau von hochwertigen und komplizierten Instrumenten für die Weltraumforschung teilnehmen.

Das Zusammenspiel von Wissenschaft und Wirtschaft ist in diesen Projekten jeweils vorbildlich und inspiriert beide Seiten. Der Wissens- und Könnenstransfer zwischen diesen wichtigen Akteuren einer Volkswirtschaft beschränkt sich dabei nicht nur auf die eigentliche Zusammenarbeit während eines Projekts, sondern schafft auch Kontakte, Vertrauen und Sprungbretter für erfolgreiche Karrieren im Berufsleben. Alles in allem ein Erfolgscocktail, den wir im Grossen in der Schweizer Forschungs- und Innovationspolitik ebenfalls umsetzen.

In diesem Sinne freue ich mich, Ihnen die Lektüre dieser Festschrift empfehlen zu können. PRODEX wurde vor 30 Jahren gegründet und die Schweiz hat über die gesamte Periode immer wieder Projekte umgesetzt, welche zur erstaunlichen Aufholjagd der europäischen Weltraumwissenschaften beigetragen haben. Die ESA zählt heute zu den innovativsten Weltraumagenturen weltweit. Die Schweiz mit PRODEX, ihren Wissenschaftlern, Ingenieuren und Unternehmen, kann heute mit angesehenen Kontakten und Kooperationen mit allen grossen Weltraumagenturen aufwarten, in Europa und weltweit. Ein wahres Erfolgskapitel der Schweizer Wissenschafts- und Aussenpolitik.

Buona lettura

Mauro Dell'Ambrogio
Staatssekretär für Bildung, Forschung und Innovation

Warum PRODEX? Das sagen andere Länder über das Programm

PRODEX (PROgramme de Développement d'EXpérience scientifique) versteht sich als Entwicklungsprogramm für zukünftige Weltraummissionen. Mit diesem können auch die kleineren ESA-Mitgliedstaaten ohne nationale Weltraumagentur und/oder mit beschränkten Ressourcen nationale Entwicklungen unter Beizug von Wissen und Erfahrung der ESA erfolgreich durchführen und sowohl technologisch als auch wissenschaftlich an vorderster Front zum Erfolg der europäischen und internationalen Weltraumwissenschaften beitragen.

«PRODEX ist ein nützliches Instrument, um von unseren Investitionen in die ESA-Wissenschafts-, Raumstations- und Erdbeobachtungs-Programme zu profitieren – dies vor allem auch, weil die üblichen, nationalen F&E-Fördermechanismen nicht immer anwendbar sind.»

Norwegisches Weltraumzentrum

«Dänemark besitzt kein nationales Raumfahrtprogramm und PRODEX ist daher einer der wichtigeren Wege, um die dänische Teilnahme an der wissenschaftlichen Datengewinnung bei ESA-Missionen zu sichern.»

**Ministerium für Höhere Ausbildung
und Wissenschaft, Dänemark
Agentur für Forschung und Innovation**

«Als kleines Land ohne eigenes Raumfahrtprogramm hat uns PRODEX die Türen zur Teilnahme an Projekten geöffnet, die sonst ausserhalb unserer Möglichkeiten wären; dadurch werden unter anderem auch künftige Generationen von irischen Wissenschaftlern motiviert und inspiriert.»

Agentur für Innovationsförderung, Irland

«Das PRODEX-Programm ist eine gute Ergänzung zu den Investitionen, die Belgien in den traditionellen ESA-Entwicklungsprogrammen tätigt. Mit PRODEX ermöglichen wir unseren Wissenschaftlern und der nationalen Industrie die Entwicklung und den Bau von innovativen Weltraumexperimenten.»

Föderaler Dienst für Wissenschaftspolitik, Belgien

«Obwohl PRODEX vor allem die Entwicklung von wissenschaftlichen Instrumenten fördert, ebnet das Programm den Weg zur Entwicklung von fortgeschrittener Weltraumtechnologie für alltägliche Anwendungen.»

**Ministerium für Wirtschaft, Polen
Abteilung für Innovation und Industrie**

«PRODEX bietet hervorragende Unterstützung, damit Österreich auch in der Weltraumforschung grössere Projekte abwickeln und seinen Forschenden Zugang zu erstklassigen wissenschaftlichen Daten von internationalen Weltraummissionen sichern kann.»

**Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)
Agentur für Luft- und Raumfahrt**

«Wir bringen Experten für die Eroberung des Weltalls zusammen» Interview mit Michel Lazerges, Leiter des PRODEX Office bei der ESA, Noordwijk NL 6

Facts & Figures Die Schweizer Weltraumcluster 9

Vom Mars für die Erde lernen Porträt Ruth Ziethe, Projektleiterin, Space Research & Planetary Sciences, Universität Bern 10

Kartograph des Universums Porträt Stéphane Paltani, leitender Wissenschaftler, Institut für Astronomie, Universität Genf 12

Auf der Sonnenseite der Forschung Porträt Margit Haberleiter, Projektleiterin, PMOD/WRC 14

Ein Teil von James Webb – made in Switzerland Porträt Adrian Glauser, leitender instrumenteller Wissenschaftler, Institut für Astronomie, ETH Zürich 16

30 Jahre im Dienst von Rosetta Porträt Kathrin Altwegg, Leiterin Center for Space and Habitability, Universität Bern 18

Auf den Spuren der Neutronensterne Porträt Enrico Bozzo, Projektleiter, Institut für Astronomie, Universität Genf 20

Der Schweizer Draht zur Raumstation ISS Porträt Alexandra Deschwanden, BIOTESC, Hochschule Luzern 22

«Weil der Mensch immer neugierig war, leben wir nicht mehr in Höhlen» Interview mit Willy Benz, Leiter Physikalisches Institut, Universität Bern 24

Facts & Figures Meilensteine in der Schweizer Instrumentenentwicklung 27

Hochzuverlässige Schaltungen aus dem Berner Seeland Porträt Nanotronic GmbH, Lyss 28

Ein Familienunternehmen startet durch Porträt APCO Technologies AG, Aigle 30

Kleines, aber feines Elektronikdesign für den Weltraum Porträt Art of Technology, Zürich 32

Präzision und Zuverlässigkeit auf dem Boden und im All Porträt RUAG Space, Zürich 34

Softwarelösungen für die Weltraumforschung Porträt SixSq Sàrl, Genf 36

«Schweizer Unternehmen gehören in ihren Nischen zur Weltklasse» Interview mit Frédéric Boden, Gründer und CEO MetalUp3 38

Facts & Figures Grafiken zum Schweizer Weltraumbusiness 41

Am Puls der Planeten Porträt Peter Zweifel, Leiter Labor für Weltrauminstrumente und -elektronik, Institut für Geophysik, ETH Zürich 42

«Weltrauminnovationen bringen einen gesellschaftlichen Nutzen» Interview mit André Csillaghy, Institut für 4D-Technologien Fachhochschule Nordwestschweiz 44

Facts & Figures Schweizer PRODEX-Projekte auf einen Blick 47



«Wir bringen Experten für die Eroberung des Weltalls zusammen»

Als Initiatorin hatte die Schweiz vor 30 Jahren eine sehr wichtige Stellung für PRODEX. Wie sieht es heute aus?

Michel Lazerges: Als Land ohne nationale Raumfahrtagentur wusste die Schweiz die Kooperation im Rahmen der ESA zu nutzen. Mit PRODEX kann sie auf Erfahrung, Wissen und Können der ESA zurückgreifen, um nationale Entwicklungen durchzuführen. Die Schweiz ist dabei so erfolgreich, dass sie mittlerweile nicht nur an Bord jeder ESA-Wissenschaftsmission mitfliegt, sondern auch auf amerikanischen, chinesischen oder japanischen Missionen vertreten ist.

War das nicht auch schon bei der Gründung von PRODEX so?

Es ist ein Verdienst der damaligen Schweizer Politik, dass sie erkannt hat, dass PRODEX ein Werkzeug sein kann, um auch ohne Strukturen einer nationalen Raumfahrtagentur international an vorderster Front wettbewerbsfähig zu bleiben. Das Anwendungsgebiet von PRODEX ist die Entwicklung von Wissenschaftsinstrumenten für die Raumfahrt. Andere ESA-Programme zeigen, dass die Schweiz auch technologisch und industriell von dieser Kooperation profitiert und ein gern gesehener Partner ist.

Welche Länder sind zurzeit bei PRODEX dabei?

Es sind vor allem Länder, die auf den Aufbau nationaler Strukturen verzichten möchten, ihr Wissen und Können aber dennoch an zentralen und oft auch kritischen Entwicklungen stärken wollen und dazu auf die Kompetenzen 'ihrer' Weltraumagentur, der ESA, zurückgreifen. Neben der Schweiz sind das Norwegen, Dänemark, Irland, Belgien, Österreich, Holland, die Tschechische Republik, Polen, Rumänien und Griechenland.

Wodurch unterscheidet sich die Rolle der Schweiz verglichen mit den anderen Teilnehmerstaaten?

PRODEX ist ein Programm der ESA mit Rechten und Pflichten. In diesem Sinne gibt es keine Unterscheidungsmerkmale. Klar ist, dass die Schweiz seit Gründung des Programmes konsequent in Richtung Instrumentenentwicklung und Transfer zwischen Hochschule und Industrie gearbeitet hat. Diese klare Strategie und die mittlerweile 30 Jahre Erfahrung haben der Schweiz sicher einen Standortvorteil geschaffen aber auch das Programm selber befruchtet. Als Franzose bin ich geneigt, Dumas zu zitieren: Un pour tous, tous pour un!

Welche Fähigkeiten bringt die Schweiz ein?

Wie bereits erwähnt, kann sich die Schweiz aufgrund ihrer wissenschaftlichen und technologischen Basis mit fast allen Aspekten der Instrumentenentwicklung erfolgreich auseinandersetzen. Hinzu kommt, dass in etlichen Bereichen wie Systemintegration, Optik oder Mikromechanik ein grosses Savoir-faire vorhanden ist.

Sie sind seit rund vier Jahren bei PRODEX. Wie haben Sie die Zusammenarbeit der Länder in dieser Zeit erlebt?

Was alle gemeinsam haben, ist die Leidenschaft für das Thema. Das ist nicht nur extrem motivierend, sondern sorgt auch dafür, dass interkulturelle Unterschiede nicht zu einem Hindernis werden.

Dadurch kann man sich voll und ganz auf die teilweise sehr komplexen Schnittstellen in den einzelnen Projekten konzentrieren. Neben der technologischen Komplexität hat in den letzten Jahren auch die extensive Kooperation mit einer beträchtlichen Anzahl von Partnern, Lieferanten und Produzenten zu einem höheren Koordinationsaufwand geführt. Im gleichen Atemzug möchte ich jedoch auch festhalten, dass sich dieser Mehraufwand für die ESA, für die Mitgliedstaaten, für PRODEX, für die Weltraumwissenschaft und für die beteiligten Institutionen und Unternehmen lohnt.

Wie versuchen Sie, diese Komplexität zu managen?

Wir vom PRODEX Office sorgen für einen klaren Prozess. Als erstes müssen die Aktivitäten exakt definiert werden, danach kommt die Aufteilung der Arbeiten. Wenn wir im Auftrag einer Delegation ein Instrument entwickeln lassen, halten wir uns in erster Linie an das Konzept des für den Vorschlag verantwortlichen Wissenschaftsinstituts. Dabei versuchen wir, dem Projektleiter maximale Freiheit zu geben. Die technischen Berater aus dem PRODEX Office begleiten die technischen Aspekte und zeichnen für die korrekte Definition von Spezifikationen, Testverfahren und Schnittstellen innerhalb oder ausserhalb des jeweiligen Projekts verantwortlich. Parallel dazu sind PRODEX-eigene Vertragsfachleute eingebunden, um mit Instituten und Industrie einen rechtlichen Rahmen für die Instrumentenentwicklung festzulegen. Diese Aufgabe schliesst die auf das jeweilige Land begrenzte, öffentliche Ausschreibung von Industrieaufträgen mit ein.



Zur Person

Michel Lazerges schloss sein Studium an der Universität Toulouse mit einem Ph.D. als «Engineer, medical technologies / instrumentation and neuroscience applied to space» ab. Bevor er 2000 als Senior Engineer zur ESA stiess, arbeitete er als Ingenieur am Institute for Space Physiology and Medicine in Toulouse. Seit 2011 amtet er als Leiter des ESA PRODEX Office.

Das heisst: PRODEX macht also weit mehr, als Gelder zu verwalten und zu verteilen...

Ja, absolut! Die Gelder werden von den Delegierten verwaltet. Aufgabe von PRODEX und damit des PRODEX Office ist es, den erfolgreichen Abschluss der in Auftrag gegebenen Instrumentenentwicklung zu gewährleisten. Und dies, wenn immer möglich, in der geplanten Zeit, in der geforderten Qualität und last but not least auch im bewilligten Budgetrahmen. Ein Mix also von Projektführung, Qualitätsmanagement, Trouble-Shooting und allgemeiner oder spezifischer Unterstützung in administrativen, rechtlichen oder technisch-technologischen Fragen.

Welche Rolle haben die PRODEX-Delegierten in den einzelnen Ländern?

Sie vertreten die Länder im Rahmen von PRODEX und sind damit die direkten Ansprechpartner für das PRODEX Office auf Stufe der Delegation. Da sie auch das Budget verwalten, autorisieren sie den Start von Aktivitäten und können, in Extremfällen, solche auch stoppen. Der gegenseitige Informationsaustausch ist deshalb nicht nur auf die halbjährlichen bilateralen Sitzungen und die einmal jährliche Sitzung mit allen an PRODEX beteiligten Staaten beschränkt.

Zurück zum PRODEX Office. Wie sieht die Zusammenarbeit mit den anderen ESA-Abteilungen aus?

Sie ist sehr gut, wir haben eine klare Arbeitsteilung. PRODEX entwickelt wissenschaftliche Instrumente, und die Projektteilung der ESA ist verantwortlich für den Bau der Satelliten auf denen die Instrumente dann transportiert und eingesetzt werden. Der Science- and Operations-Bereich stellt sicher, dass die Satelliten und die Instrumente korrekt funktionieren.

Die kurzen Kommunikationswege zu den übergeordneten Strukturen erlauben es, technische Aspekte direkt mit den betroffenen Projektmanagern und ihren Teams zu besprechen und dabei ein Minimum an Reibungsverlust zu erleiden. Ausserdem steht PRODEX der gesamte Experten-Pool der ESA offen, von Spezialisten für optische oder mechanische Systeme für den Weltraum über Juristen für internationale Weltraumabkommen oder den Finanz-Auditor. Das hilft uns, bei schwierigen Fragen innert nützlicher Frist einen Experten und in fast allen Fällen eine Lösung finden zu können.

Was ist der Mehrwert von PRODEX?

Wir bringen Experten mit unterschiedlichen Horizonten für die Eroberung des Weltalls zusammen. Und wir helfen dabei, innovative Technologien in den Weltraum zu bringen, die den Wissenschaftlern neue Daten liefern, mit denen sie wiederum neue Erkenntnisse gewinnen. Und last

but not least helfen wir den Teilnehmern, ihre Wettbewerbsfähigkeit und ihre Innovationskraft zu stärken und bieten ihnen eine internationale Plattform.

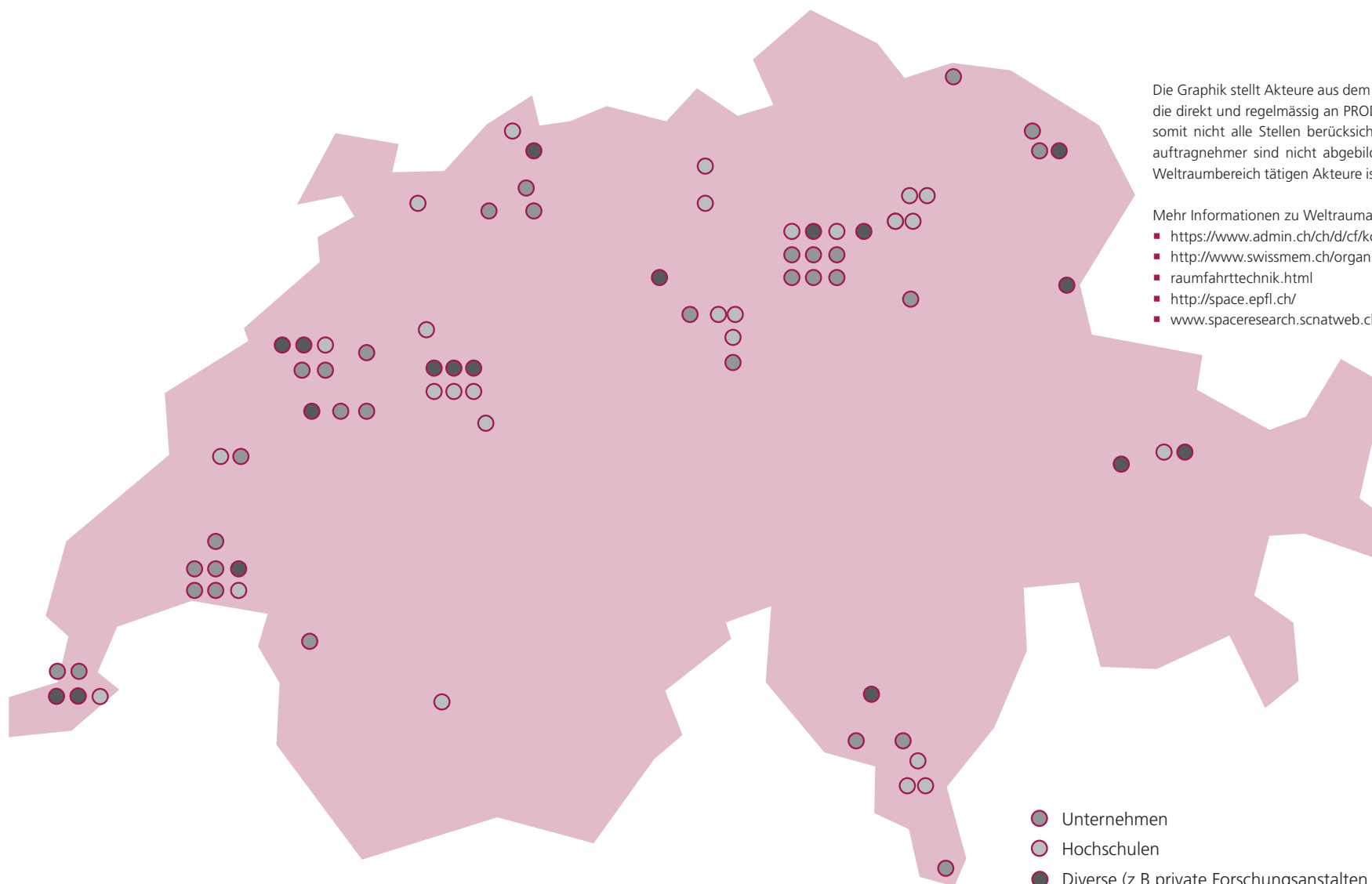
Wo steht PRODEX in zehn Jahren? Oder anders gefragt: Welche Ziele haben Sie mit dem Programm?

Mein Ziel ist es, sicherzustellen, dass das Programm in jedem Land angepasst auf die jeweiligen Bedürfnisse zum Einsatz kommt. Ich möchte zudem die industrielle Wettbewerbsfähigkeit der teilnehmenden Länder erweitern und den Level des wissenschaftlich-technologischen Know-hows steigern. Es ist mir ein Anliegen, dass die Länderverantwortlichen wissen, dass das Geld das in PRODEX-Projekte investiert wird, gut investiertes Geld ist, weil es nicht nur neue Technologien fördert, sondern auch Wertschöpfung im eigenen Land generiert.

Zudem arbeite ich daran, dass auch Leute, die nicht im Weltraumbereich tätig sind, erkennen, dass PRODEX die erwähnten Mehrwerte bringt und dass es sich lohnt, ihr Land dabei zu unterstützen, Gelder für die Weltraumforschung zu sprechen.

>> sci.esa.int/prodex/

Die Schweizer Weltraumcluster



Die Graphik stellt Akteure aus dem privaten und öffentlichen Umfeld dar, die direkt und regelmässig an PRODEX-Projekten teilnehmen. Es wurden somit nicht alle Stellen berücksichtigt und auch Zulieferer oder Unterauftragnehmer sind nicht abgebildet. Das Netz der in der Schweiz im Weltraumbereich tätigen Akteure ist noch viel grösser als hier dargestellt.

Mehr Informationen zu Weltraumaktivitäten:

- https://www.admin.ch/ch/d/cf/ko/gremium_4.html
- <http://www.swissmem.ch/organisation-mitglieder/fachgruppen/>
- raumfahrttechnik.html
- <http://space.epfl.ch/>
- www.spaceresearch.scnatweb.ch

- Unternehmen
- Hochschulen
- Diverse (z.B private Forschungsanstalten, Vereine etc.)

The Colour and Stereo Surface Imaging System



CaSSIS is the imaging system on the ExoMars Trace gas orbiter to be launched in 2016.

The camera is nadir but is boresight rotating around the surface region twice from viewing angles construction of image pair.

Science Objectives

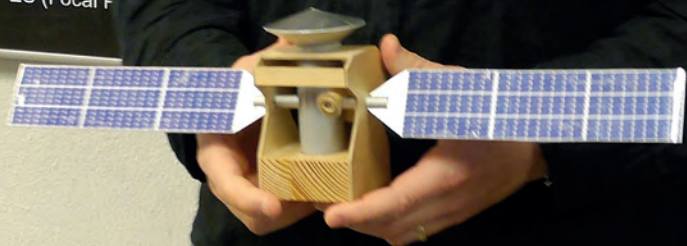
- To characterize sites which have been identified as potential sources of trace gases
- To investigate dynamic surface processes (e.g. sublimation, erosional processes, volcanism) which may contribute to the atmospheric gas inventory
- To certify potential future landing sites by characterizing local slopes, rocks, and other potential hazards.

Facts & Numbers

Mass	17.7kg
Aperture	14cm
Focal length	880mm
Orbit height	400km
Orbit duration	2 hours
Mission Duration	1 Mars year
Resolution	2m/px
Colours	4
Swath Width	8km
Colour swath	8km
Mars Coverage	2%

SCIENCE: E...
 Nicolas Thom...
 Cremonese M...
 CONTRIBU...
 University of...
 INDUSTRY...
 ES (Focal F...

Hörsaal
099



Vom Mars für die Erde lernen

Bei der nächsten Mission zum Mars spielt die Universität Bern eine wichtige Rolle. Unter der Leitung von Ruth Ziethe entwickelte sie eine neuartige Stereokamera, deren Bilder Aufschluss über die Marsoberfläche geben sollen. Wenn die ExoMars-Kamera ab 2016 Daten vom roten Planeten zur Erde schickt, erhoffen sich die Wissenschaftler davon aber auch neue Erkenntnisse über die Heimat der Menschheit.

Als Ruth Ziethe vor vier Jahren die Stelle als Projektmanagerin für die ExoMars-Kamera CaSSIS angeboten wurde, zögerte sie keinen Augenblick, diese anzunehmen. «Obwohl ich mich nach der Matura auf die Planetologie spezialisiert habe, hatte ich bereits Kontakt zur Organisation und Durchführung von Raumfahrtmissionen und den zugehörigen Instrumenten.» Der Reiz, etwas zu bauen, was später ganz weit weg von der Erde, aber ganz nah am Mars oder irgendwo anders funktionieren und echte Informationen von da zurückschicken würde, habe den Ausschlag gegeben, die neue Herausforderung anzunehmen.

Projektleiterin aus Leidenschaft

Vom Weltraum fühlte sie sich schon als junges Mädchen angezogen; vor allem die Planeten hatten es ihr nach der Lektüre eines Astronomie-Lexikons, das sie zum zwölften Geburtstag als Geschenk erhalten hatte, angetan. Nach dem Studium in Geophysik mit Spezialgebiet Planetenphysik und der Promotion an der Universität Münster, hatte Ruth Ziethe mehrere Postdoc-Stellen inne. Die letzte an der ESTEC, dem technischen Zentrum der ESA. «Damals machte ich numerische Simulationen zur thermischen Entwicklung erdähnlicher Planeten.»

Auch wenn unschwer zu erkennen ist, dass sie von der Grundlagenforschung begeistert war, bereut sie es keine Minute, dass sie diese mit der Projektleitung von CaSSIS verlassen hat. «Ich habe dafür Sorge zu tragen, dass mein Chef, Professor Nicolas Thomas, der ESA im Herbst 2015 eine funktionstüchtige Kamera übergeben kann», fasst sie ihre Arbeit zusammen. Was so simpel tönt, birgt einige Komplexitäten und damit auch Herausforderungen. «Ich muss gleichzeitig so viele Details wie nur möglich unter Kontrolle haben, darf aber auf keinen Fall das Gesamtbild aus den Augen verlieren.» Einfache Aufgaben, so Ziethe, hätten sie noch nie interessiert.

Zu ihrer Aufgabe gehört es, das Team von Ingenieuren so anzuleiten und zu unterstützen, dass die notwendigen Teile des Instruments erarbeitet, konstruiert und getestet werden können und am Ende auch alles zusammenpasst. In ihrer Funktion als Schnittstelle zwischen der ESA, Space Craft Providern und den Entwicklern muss sie aber auch viel dokumentieren und kommunizieren. «Ich versuche stets, das Gegenüber genau zu verstehen und dies dann der anderen Seite

so zu übermitteln, dass es keine Missverständnisse gibt.» Wenn etwas falsch läuft, sei es ihre Schuld, meint sie mit einem Schmunzeln. «Läuft es hingegen gut, haben es die Ingenieure gut gemacht.» Wobei Probleme für Ruth Ziethe ihren ganz besonderen Reiz haben. «Treten Probleme auf, kann man wirklich progressiv daran arbeiten und sieht, wie sich die Situation wieder zum Besseren verändert», erklärt sie.

Vielfältige Zusammenarbeit

Für die Entwicklung von CaSSIS arbeitete Ziethes Team auch intensiv mit der Industrie zusammen. «Alles was wir nicht in unserer Werkstatt an der Universität machen konnten, liessen wir von Partnern in der Schweiz oder im Ausland herstellen.» So war Ruag Space für die Kohlefaserstruktur mit den Spiegeln zuständig und komplexe Teile aus exotischen Materialien wurden von Mecha oder Connova hergestellt, die Elektronik von Montena. Der Detektor und die dazugehörige Elektronik stammen von den italienischen Partnern, spezielle Filter wurden von Balzers in Jena entwickelt, der Power Converter vom Space Research Center in Warschau. Und dann gehört es auch zu den Aufgaben der Projektleiterin, regelmässig nach Cannes zu Thales Alenia Space zu fahren, dem hauptverantwortlichen Unternehmen für den Bau des Satelliten.

Auch die Beziehungen zu PRODEX durfte sie nicht aus den Augen verlieren. «Die Zusammenarbeit war unterstützend und hilfreich und wir pflegten einen intensiven Austausch.» Als Erleichterung empfand sie zum Beispiel, dass das PRODEX Office der Vertragspartner von RUAG Space war und sie sich um das technische Management kümmern konnte.

Wenn CaSSIS im Frühjahr 2016 in Richtung Mars aufbricht, hofft Ruth Ziethe, dass sie ihr «Baby» weiterhin begleiten kann. «Stundenmässig natürlich in einer etwas reduzierteren Form. Weil die Kamera aber überwacht, allenfalls neu kalibriert und die erhaltenen Bilder ausgewertet werden müssen, könnte ich die in den vergangenen vier Jahren gemachten Erfahrungen weiterhin einbringen.» Zudem könnte sie dann mit ihrer Arbeit einen direkten Beitrag zu ihrem Lieblingsthema leisten: dem Verstehen unseres Planeten.



Kartograph des Universums

Stéphane Paltani ist als leidenschaftlicher Astrophysiker und Entwickler von Instrumenten an der Universität Genf unter anderem für Euclid aktiv an der Kartographie des Universums beteiligt. Deren Ziel: Erkenntnisse über dunkle Energie und Materie zu gewinnen und die grosse Frage zu klären, warum sich das Universum bei seiner Ausdehnung nicht wie bisher angenommen verlangsamt, sondern immer schneller ausdehnt.

Rund 70 Prozent des Universums – so der aktuelle Wissensstand – besteht aus dunkler Energie, 25 Prozent aus dunkler Materie und nur gerade fünf Prozent besteht aus «normaler» Materie wie diffuse Gase, Sonnen, Sterne oder Planeten. Und genau diese dunkle Energie hat es Stéphane Paltani, leitender Wissenschaftler am Institut für Astronomie der Universität Genf, angetan. Dass er sein Wissen heute beim Weltraumteleskop Euclid einbringen kann, stellt für ihn einen Meilenstein bei seiner seit über 30 Jahren dauernden Reise durch die faszinierende Welt der Physik dar.

Leidenschaftlicher Kosmologe

Bereits als achtjähriger Junge fühlte sich der Genfer von der Physik und vom All angezogen. «Schliesslich bin ich um den Zeitpunkt der ersten Mondlandung geboren worden, das prägt...», schmunzelt er. Der Kosmos und das Universum seien für ihn mittlerweile zu einer Leidenschaft geworden.

Zur Weltraumwissenschaft kam Paltani dank seiner Doktorarbeit, bei der er an einem Teleskop arbeitete, das Ultraviolettstrahlen, die die Atmosphäre nicht durchdringen, untersuchen sollte. Aufgrund dieser Erfahrung beschloss er, in der Forschung «on-orbit» zu bleiben. «Das Universum zu erforschen, heisst ja nicht zwingend, Satelliten zu benutzen. Auch vom Boden aus können wichtige Erkenntnisse gewonnen werden; doch die vielen offenen Fragen rund um die dunkle Materie und die dunkle Energie haben mich derart fasziniert, dass ich weiterhin Instrumente mitentwickeln wollte, die ins All geschickt werden.»

Paltani arbeitete am japanischen Satelliten ASTRO-H mit, der ab 2016 als einer der Nachfolger von INTEGRAL die Wissenschaftler auf der ganzen Welt weiter mit Daten und Bildern beliefern wird, aus denen Erkenntnisse rund um die schwarzen Löcher gewonnen werden sollen.

Mit Euclid ist er nun an der wohl grössten Mission zur Kartographie der Strukturen unseres Universums beteiligt. Bei dieser Mission soll der Frage nachgegangen werden, warum sich das Universum nicht wie bisher angenommen bei seiner Ausdehnung verlangsamt, sondern immer mehr an Tempo gewinnt.

Astrophysik kennt keine Grenzen

Neben seiner Faszination für die Astrophysik motiviert Paltani an seiner Arbeit auch die internationale Zusammenarbeit. «Das Thema kennt keine Landesgrenzen und schafft es immer wieder, politische Gräben zuzuschütten; die ISS ist dafür ein hervorragendes Beispiel.» Ein weiteres hervorragendes Beispiel für den Zusammenschluss verschiedener Nationen für eine Sache ist für den leidenschaftlichen Forscher auch PRODEX. «Ohne dieses Programm hätte die Schweiz nie und nimmer diesen hohen Status in der Weltraumforschung und das weltweite Renomé.»

Auch wenn er sich bewusst ist, dass die Forschung rund um die dunkle Energie und Materie der Menschheit keinen direkten Nutzen bringt wie zum Beispiel die Pharmaforschung, betont Paltani die Notwendigkeit der Weltraumforschung für ein Land. «Vom technologischen Fortschritt, der unter anderem aus unserer Forschung resultiert, profitieren wir alle.»

Die Grundlagenforschung liegt Paltani besonders am Herzen. Daher ist er froh, seine Leidenschaft für das Universum als Doktorvater oder als Betreuer von Postdoc-Mitarbeitenden weitergeben zu können. «Weil wir viele Projekte haben, können wir auch viele Leute beschäftigen.» So ist das Institut in den vergangenen Jahren auf 145 Mitarbeitende angewachsen. Allerdings, betont Paltani, sei es nicht unbedingt einfach, Leute zu finden. «Da die Forschungsstellen im Bereich Astrophysik hierzulande dünn gesät sind, brauchen angehende Astrophysiker eine hohe Bereitschaft, für das Leben und Forschen irgendwo auf diesem Planeten.»



pmod wrc

Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos
World Radiation Center

Auf der Sonnenseite der Forschung

Am Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos (PMOD) ist man der Sonne ein wenig näher als anderswo. Dies nicht nur aufgrund der erhöhten geografischen Lage des Observatoriums, sondern vor allem, weil die Messung der Sonnenstrahlung bei allen Forschungsarbeiten im Vordergrund steht. So auch in der Gruppe von Margit Haberleiter. Von ihrer Mitarbeit an der Solar Orbiter Mission erhofft sie sich mehr Wissen über physikalische Prozesse der Sonnenkorona sowie ein besseres Verständnis der Interaktionsprozesse der Sonne mit der Erde.

Die Sonnenwissenschaft hat es Margit Haberleiter seit 2001 angetan. Nachdem sie das Astronomie-Studium an der Universität Tübingen mit einer Arbeit über Sternenspektren abgeschlossen hatte, bewarb sie sich für eine Doktorandenstelle am Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos. «Hier ging es darum, vertiefte Erkenntnisse aus der Messung der Sonnenspektren zu gewinnen», blickt sie zurück.

Fiebertemperaturen an der Sonne

Nach einem anschliessenden Postdoc am PMOD, während dem sie ihre astrophysikalischen Kenntnisse vertiefte, ging sie 2008 für zwei Jahre ans Laboratory for Atmospheric and Space Physics (LASP) im amerikanischen Boulder und sammelte dort weiteres Know-how in der Berechnung von Sternenspektren. Aufgrund ihrer Verbundenheit zu Europa kehrte sie 2010 mit einem Stipendium der Holcim Foundation wieder zurück nach Davos, wo sie seither als Wissenschaftlerin und seit 2012 als Leiterin des europäischen SOLID-Projektes amtiert. Das SOLID-Projekt ist eine Zusammenarbeit von zehn Institutionen in sieben europäischen Ländern und hat sich ganz der Auswertung der Daten von Sonnenspektren verschrieben. Das Ziel: «Wir wollen einerseits mittels Messungen herausfinden, wie sich das Sonnenspektrum und insbesondere das UV-Licht über einen gesamten Sonnenzyklus verhält. Besonders wichtig ist dabei, den Anteil des Signals, der durch die Degradation der Messinstrumente im Weltall verursacht wird, vom wahren Messsignal der Sonnenstrahlung zu trennen.» Ein weiteres Fernziel, welches am PMOD verfolgt wird, ist, dank der kontinuierlichen Langzeitmessungen der Sonnenstrahlung herauszufinden, ob die Aktivität der Sonne in den kommenden 50 bis 100 Jahren tatsächlich abnimmt, wie einige Anzeichen vermuten lassen. «Dann würden wir auf eine ähnliche Phase zusteuern, wie sie Mitte des 17. Jahrhundert bereits einmal herrschte, eine kleine Eiszeit», erklärt die leidenschaftliche Sonnenforscherin.

Neben verschiedenen anderen Missionen sind Margit Haberleiter und ihre Forschungskolleginnen und -kollegen auch bei der Solar Orbiter Mission involviert. So entwickelten die Ingenieure des PMOD für den EUV-Spektrographen SPICE (Spectral Imaging of the Coronal Environment), der die Sonnenoberfläche und die untere Korona vermessen wird, ein Low Voltage Power Supply und

die feinmechanischen Komponenten namens SPICE Door Mechanism. Letztere regeln die Breite des Eintrittsstrahls in das Spektrometer. Zudem koordiniert das PMOD die optische Bank des EUV Full-Sun And High-Resolution Imagers (EUI), der auf dem Solar Orbiter für die Bilder aus den verschiedenen Schichten der Sonnenatmosphäre zuständig sein wird. Alles Projekte, die nicht zuletzt dank der Unterstützung von PRODEX zustande gekommen sind.

Minutiöse Planung

Solar Orbiter ist auch für eine erfahrene Sonnenforscherin einmalig. «So nahe an die Sonne haben die Menschen noch nie einen Satelliten geschickt», schwärmt Margit Haberleiter. Einerseits sei da der technische Aspekt: «Werden die Abschirmungen um den Satelliten der Hitze standhalten? Funktionieren die Solarpanels unter diesen Bedingungen?» Andererseits seien die zu erwartenden Messdaten komplettes Neuland und Überraschungen damit vorprogrammiert. Herausfinden möchten die Wissenschaftler dank dieser neuartigen Daten, wie der Heizprozess abläuft, der dafür sorgt, dass die Korona der Sonne millionengrad heiss wird. «Daneben erhoffen wir uns aber auch neue Erkenntnisse über die Variabilität des extremen UV-Lichts und ein besseres Verständnis der Interaktionsprozesse der Sonne mit der Erde.»

Je näher der für 2018 geplante Start von Solar Orbiter rückt, desto stärker wird Margit Haberleiter in das Projekt involviert sein. Ihre Dienste sind gefragt wenn es darum geht, die Arbeit aller sich an Bord befindenden Instrumente zu koordinieren. «Weil der Satellit so weit weg sein wird von der Erde, ist die Datenrate, die er an die Bodenstationen senden kann, eingeschränkt», erklärt sie. «Das heisst, alle Instrumente müssen sehr koordiniert miteinander arbeiten.» Für die Wissenschaftler bedeutet dies, dass sie stringente Pläne entwickeln müssen, in denen festgehalten wird, welches Instrument was wann misst.

Dass sie der Sonne weiterhin treu bleiben wird, ist für die passionierte Forscherin keine Frage. «Die Sonne ist der uns am nächsten stehende Stern. Wenn wir diesen besser verstehen, verstehen wir auch das Universum besser.»



A man in a dark coat and striped shirt stands on a rooftop, pointing at a large, black, circular robotic device mounted on a robotic arm. The device has a perforated metal backplate and various electronic components. The background shows a cityscape and mountains under a blue sky.



OMRON
10 MICRON

Ein Teil von James Webb – made in Switzerland

Am spektakulären Weltraumteleskop James Webb ist auch eine kleine, aber feine Gruppe von Astronomen der ETH Zürich beteiligt. Unter der Leitung von Adrian Glauser war sie bei der Entwicklung für ein Instrument zur Messung spezifischer Infrarotstrahlen dabei. Wenn James Webb wie aktuell geplant 2018 in den Weltraum transportiert wird, fliegen 15 Jahre von Glausers Arbeit im positiven Sinne in die Luft.

James Webb ist ein Gigant – mit einem Durchmesser des Hauptspiegels von 6,5 Metern und einem Gewicht von über 6 Tonnen ist das von der Nasa, ESA und CSA entwickelte Weltraum-Infrarotteleskop einer der bisher ausgeklügeltsten und grössten Satelliten, mit denen sich die Menschheit je auf die Suche nach den Anfängen des Alls begeben hat. Aber es ist auch eines der teuersten Instrumente, die je gebaut wurden – die Kosten sind einer der Gründe, warum der Start des Transports des gigantischen Teleskopes immer wieder verschoben wurde. Aktuell ist er auf 2018 geplant.

Eine lange Geschichte

James Webb begleitet den Astrophysiker Adrian Glauser seit 2003 als er nach seiner Diplomarbeit in experimenteller Teilchenphysik am CERN eine Stelle am Paul Scherrer Institut antrat, um seine Dissertation zu schreiben. «Dank der Tatsache, dass ich am Anfang meines Studiums bereits einmal als Sommerstudent am PSI gearbeitet hatte, erhielt ich die Chance, am für das Weltraumteleskop geplanten Mid Infrared Instrument, auch MIRI genannt, mitzuarbeiten», blickt Glauser zurück. Das Instrument besteht aus einer Kamera sowie einem Spektrografen und ist für Infrarotstrahlen mit einer Wellenlänge zwischen 5 und 27 μm empfindlich.

Weil der das Projekt betreuende Gruppenleiter pensioniert und die Gruppe dadurch aufgelöst wurde, sah sich der heute 38-Jährige plötzlich mit der Aufgabe betraut, mitten in seiner Doktorarbeit die Projektleitung übernehmen zu müssen, um seine Arbeit abschliessen zu können. «Klar war es ein Sprung ins kalte Wasser», schmunzelt Glauser, «doch ich habe dabei extrem viel gelernt und die Komplexität der Aufgabe kam mir sehr entgegen.» Diese umfasste neben physikalischen Berechnungen auch Aufgaben als Systemingenieur und Konstrukteur. Des Weiteren fungierte er als Koordinator zwischen den 16 am Projekt beteiligten Instituten, der ESA und der Industrie. 75 Prozent eines solchen Projektes sei Planung und Berechnung und 25 Prozent Umsetzung, meint Glauser auf die Frage, ob MIRI nicht ein wenig ein happiges Einstiegsprojekt gewesen sei. «Und planen und berechnen konnte ich auch damals schon gut.»

Geholfen hat Glauser und seinen am Projekt beteiligten Kollegen aber auch die Unterstützung durch PRODEX. Und zwar nicht nur in finanzieller Hinsicht. «In der Verhandlungsphase mit den

Industriepartnern wären wir ohne die kompetente Hilfe gescheitert.» Als Forschende hätte ihnen schlicht und einfach das Know-how in diesem Bereich gefehlt.

Projekte im All und auf dem Boden

Glauser, der aus seiner Zeit als Postdoc an der Universität Heidelberg auch die Zusammenarbeit mit dem Deutschen Forschungszentrum für Luft- und Raumfahrt DLR kennt, attestiert dem ESA-Programm den perfekten Zuschnitt auf die Schweiz. «Weil wir selber über keine eigene Weltraumagentur verfügen, ist es ideal, dass die von der ESA verwalteten Gelder in unser Land zurückfliessen und hier auch eine Wertschöpfung generieren.» Will heissen, die Instrumente müssen nicht nur in der Schweiz entwickelt, sondern auch hier gebaut werden. Auch wenn es hierzulande für Glausers Geschmack ein bisschen zu wenig Raumfahrtzulieferer gibt. «Etwas mehr Differenzierung und Wettbewerber wären nicht schlecht...»

Mehr Differenzierung wünscht sich der «Bastler» mit physikalischem Hintergrund, wie er sich selber mitunter bezeichnet, auch in der hiesigen Weltraumforschung. «Ein Grund, warum ich die Stelle vor einem Jahr angetreten habe ist, dass ich unser rund 60 Köpfe umfassendes Institut nicht nur personell ausbauen möchte, sondern ich möchte auch das Portfolio erweitern.» Glausers Ziel ist es, dass die ETH Zürich wieder etwas aktiver und sichtbarer im Weltraumgeschäft mitmischet.

Deshalb sind Glauser und andere Teammitglieder neben MIRI und der CHEOPS-Mission nicht nur an Projekten im All beteiligt, sondern auch an zwei astronomischen Bodenprojekten: dem European Extremely Large Telescope und dem Very Large Telescope. Zudem plant der umtriebige Wissenschaftler, seine breite Erfahrung im Bereich von Tieftemperatur-Tests auch anderen zugänglich zu machen. Er liess ein Labor mit einem auf ebendiese Tests spezialisierten Gerät ausrüsten, um sich so für künftige Projekte als Testzentrum etablieren zu können. «Dadurch können wir auch Arbeiten ausführen, die nicht auf Jahre oder gar Jahrzehnte ausgelegt sind, wie das bei Weltraumprojekten gerne der Fall ist.»



30 Jahre im Dienste von Rosetta

Eigentlich wollte Kathrin Altwegg Archäologin werden. Studiert hat sie dann aber Physik. Als Projektleiterin des Rosina-Massenspektrometers der ESA-Raumsonde Rosetta, sucht sie im Weltall nach Uraltem und verbindet somit Wunsch und Wirklichkeit. Als Leiterin eines interdisziplinären Institutes ist sie zudem aktiv an der Ergründung der Geheimnisse rund um die Entstehung von Planeten und den Ursprüngen des Lebens beteiligt.

Geduld, Neugierde und Fantasie – diese Eigenschaften sind für die Weltraumforschung unerlässlich, davon ist Professor Katrin Altwegg fest überzeugt. Alle drei Eigenschaften sind der Physikerin auch nach über 30 Jahren universitärer Forschung und Lehre noch lange nicht ausgegangen. Dass die Astrophysik einmal ihr Beruf, ja sogar ihre Berufung werden würde, ist mehr oder weniger dem Zufall zu verdanken. Nach dem Studium der Festkörperphysik in Basel ging Kathrin Altwegg zusammen mit ihrem heutigen Mann nach New York, um an der Universität für Technik, Design und Architektur im Bereich Physikalische Chemie zu arbeiten. Als die beiden in die Schweiz zurückkehrten, suchten sie sich eine Stelle in derselben Stadt. Fündig wurden sie in Bern, wo sie von je einer Stelle an der Uni und einer Telekomfirma hörten. «Da die Stelle in der Industrie nicht für eine Frau ausgeschrieben war, landete ich dann eben an der Hochschule», blickt Altwegg schmunzelnd zurück.

Sie begann als Post-Doktorandin bei Professor Johannes Geiss an der Auswertung der Daten der europäischen Raumsonde Giotto mitzuarbeiten, die 1986 am Kometen Halley und 1992 an dessen kleinerem Verwandten Grigg-Skjellerup vorbeiflog und Messungen vornahm. Die Auswertung der gemessenen Daten beschäftigte Altwegg danach zehn Jahre lang. «Es war ein idealer Job, um nicht nur wissenschaftlich à jour zu bleiben, sondern auch um Zeit für meine beiden Töchter zu haben.» In dieser Zeit habilitierte sie auf dem Gebiet der Physik des Sonnensystems.

Erfolg dank interdisziplinärer Zusammenarbeit

1996 wurde sie vom damaligen Leiter des Physikalischen Institutes, Professor Hans Balsiger, zur Projektleiterin des ROSINA-Massenspektrometers der europäischen Kometen-sonde Rosetta ernannt. 18 Jahre später, Mitte November 2014, landete das von Rosetta transportierte Forschungslabor Philae auf dem anvisierten Kometen Tschurjumow-Gerasimenko und begann, erste Daten auf die Erde zu senden.

Ein absoluter Höhepunkt auf einer mehr als zehneinhalb Jahre dauernden Reise über die Distanz von 6,4 Milliarden Kilometern und ein Grosse Erfolg in Kathrin Altweggs Karriere. Zudem gilt die Rosetta-Mission auch für die ESA als absolutes Highlight, stellt sie doch die längste und kom-

plexeste Mission der europäischen Raumfahrt dar. Die Forschenden hoffen, aus den gewonnenen Messdaten mehr über die Entstehung unseres Sonnensystems erfahren zu können. Rosetta ist aber auch ein Paradebeispiel für die enge Zusammenarbeit zwischen Universitäten, Fachhochschulen und Industrie. «Wir arbeiten mit zehn wissenschaftlichen Instituten im In- und Ausland zusammen und mit unzähligen Kleinst- und Grossfirmen.» Am Projekt beteiligt sind gut 1000 Personen.

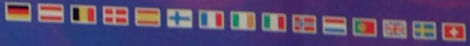
Aber auch die Unterstützung durch PRODEX trug einen grossen Teil zum Erfolg bei. «Und zwar nicht nur im finanziellen Bereich», betont Altwegg. «Vor allem auch die rechtliche und beratende Unterstützung bei schwierigen Gesprächen oder in verfahrenen Situationen mit der Industrie hat uns immer wieder den Rücken gestärkt und neuen Mut gegeben.»

Die Zeit nach Rosetta

Seit 2011 leitet die passionierte Weltraumforscherin das neu aufgebaute strategische Forschungszentrum Center for Space and Habitability (CSH). An diesem arbeiten Wissenschaftler aus Physik, Chemie, Geologie und Biologie eng zusammen, um die Entstehung von Planeten mit ihren Atmosphären zu ergründen und den Ursprung des Lebens zu suchen. Ein weiteres Ziel von Katrin Altwegg und ihrem Institut ist es zudem, Studenten, Schulen und der Öffentlichkeit die Weltraumforschung durch gezielte Projekte näher zu bringen und aufzuzeigen, dass die Schweiz eine international anerkannte Spitzenposition in dieser Disziplin inne hat.

Auch wenn Rosetta im kommenden Jahr abgestellt wird, wird ihre Arbeit die Forschungsgemeinschaft auf der Erde noch lange weiterprägen. «Nach zwei Jahren Messzeit verfügen wir über mehr als eine Million Massenspektrometer-Aufnahmen, die es auszuwerten gilt», erklärt Altwegg. Genügend Daten also, um ihre ungebremsste Neugierde noch lange zu beschäftigen.

esa



INTEGRAL

Seeking out the extremes
of the universe
Aux extrêmes de l'univers



INTEGRAL

Auf den Spuren der Neutronensterne

In einer altehrwürdigen Villa in Versoix über dem Genfersee werden nicht nur Daten aus dem All analysiert und aufbereitet, sondern auch zahlreiche Instrumente entwickelt, die mithelfen sollen, Erkenntnisse über die schwarzen Löcher und Neutronensterne zu gewinnen. Eine treibende Kraft hinter diesen Innovationen ist der junge Wissenschaftler Enrico Bozzo.

Eigentlich wollte Enrico Bozzo Architekt werden – bis er als Jugendlicher eines Tages das Buch «Alice im Quantenland» las. Seither haben die herausfordernden Fragen der modernen Astrophysik den mittlerweile 34-Jährigen nicht mehr losgelassen. «Am ersten Tag meines Physikstudiums sah ich einen gezeichneten Witz über ein schwarzes Loch – und so kam mein Wunsch auf, Quantenphysik mit Astrophysik zu kombinieren.»

Sein Doktorvater Luigi Stella von der Römer Universität Tor Vergata, ein brillanter Astrophysiker, erkannte bei Bozzo die Gabe, theoretische Fähigkeiten in die Praxis transferieren zu können. «Dadurch entdeckte ich nicht nur die Vorhersagekraft der theoretischen Astrophysik, sondern realisierte auch wie wichtig die Entwicklung von Instrumenten für diese Vorhersagen ist.»

Datenanalyse für alle

Nach einem Aufenthalt an der University of Colorado und seiner Doktorarbeit in Italien kam er 2009 als Postdoc und Koordinator zu INTEGRAL am Science Data Center for Astrophysics (ISDC) der Universität Genf. Der Satellit mit dem Namen INTERNational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory beobachtet im Auftrag der ESA seit 2002 die Röntgen- und Gammastrahlung im Universum. Die Mitarbeitenden des ISDC verarbeiten diese Daten und beliefern Wissenschaftler weltweit damit. Zudem beobachten sie mit INTEGRAL, was sich im astrophysikalischen Hochenergiebereich abspielt.

Seit 2012 amtiert Bozzo zudem als Projekt Manager von LOFT (Large Observatory for X-Ray Timing). «Loft soll das Verhalten von Materie in nächster Nähe zu schwarzen Löchern und zu Neutronensternen untersuchen, mit dem Ziel, die Masse und die Spins von schwarzen Löchern zu messen und der Zustandsgleichung von extrem dichter Masse auf die Spur zu kommen.» Zusammen mit Italien und Holland hat die Schweiz in diesem 469 Wissenschaftler aus 28 Ländern umfassenden Projekt eine Führungsrolle inne. «In der Schweiz arbeiten rund zwölf Personen mit. Und zwar nicht nur von den astronomischen und physikalischen Instituten der Universität Genf, sondern auch vom CERN, der Universität Bern sowie der EPF Lausanne.

Die ESA wählte LOFT 2013 nach strengen technischen und wissenschaftlichen Assessments als eine in Zukunft machbare Mission aus. Aktuell ist das Projekt ein möglicher M4-Kandidat des Cosmic Vision Programmes. Dass die Zukunft nicht gerade morgen oder übermorgen sein wird, sondern erst ungefähr 2025, stört Bozzo nicht im Geringsten. «Der Weg dahin ist so spannend, da merke ich gar nicht wie die Zeit vergeht.»

Hansdampf in vielen Gassen

Involviert ist Bozzo auch bei der Euclid-Mission, die voraussichtlich 2020 von Kourou aus mit einer Sojus-Rakete ins All startet. Die Instrumente an Bord von Euclid versuchen, mehr Daten zu dunkler Energie und dunkler Materie zu sammeln und kartographieren dazu das Universum und seine Strukturen grossflächig. Zudem ist Bozzo als Projektmanager für die ATHENA-Mission (Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics) tätig. Wenn das Teleskop 2028 ins All geschickt wird, wird auch dieses die schwarzen Löcher untersuchen. Beim JEM EUSO, dem Extreme Universe Space Observatory, das ungefähr ab 2018 von der Raumstation ISS aus die kosmische Strahlung untersuchen wird, überwacht Bozzo zudem die Entwicklung eines speziellen, millimeterkleinen Lasersystems. Weiter ist Bozzo auch im Projekt XIPE (X-ray Imaging Polarimetry Explorer) involviert. Falls diese Mission von der ESA zur M4-Kandidatin ernannt wird, wird die Universität Genf im XIPE-Konsortium dieselbe Rolle einnehmen, wie sie sie aktuell bei INTEGRAL innehat.

Weder die lange Zeitdauer noch die Komplexität seiner Projekte stören oder zermürben Bozzo. Die technische Komplexität sei nichts im Vergleich zu den Zielen, die damit angestrebt werden. «Wenn wir es schaffen, immer näher an die schwarzen Löcher und die Neutronensterne heranzukommen, verstehen wir vielleicht irgendwann, warum sich das Universum immer schneller ausdehnt.»

Die Idee hinter PRODEX, dass die Wissenschaft an erster Stelle komme, sei für ihn ein Schlüssel-erlebnis gewesen als er 2011 zum ersten Mal mit dem Programm in Berührung gekommen sei. «Heute wird eigentlich alles was ich mache, von PRODEX unterstützt; ohne das Programm gäbe es mich respektive meine Forschung so nicht.»



Der Schweizer Draht zur Weltraumstation ISS

Als Abteilung des Kompetenzzentrums Aerospace Biomedical Science and Technology an der Hochschule Luzern betreut BIOTESC einerseits von der ESA ausgewählte Experimente im Weltall. Andererseits ist das Team auch für verschiedene Infrastruktureinheiten auf der internationalen Raumstation ISS sowie für die Schritt-für-Schritt-Experimentieranleitungen für die Astronauten verantwortlich.

2008 wurde das sieben Meter lange Columbus-Forschungsmodul der ESA an die Raumstation ISS angedockt. In seiner voraussichtlich zehnjährigen Lebenszeit sollen hier in einem würfelförmigen Behälter namens KUBIK von unterschiedlichen Astronautinnen und Astronauten unzählige wissenschaftliche Experimente durchgeführt werden. Zwei bis drei davon werden jährlich vom Dienstleistungszentrum BIOTESC (Biotechnology Space Support Center) in Hergiswil betreut. Unter der Leitung von Alexandra Deschwanden ist ein rund zehnköpfiges Team im Auftrag der ESA dafür verantwortlich, dass die Astronauten die Experimente zeitlich und vom Ablauf her exakt durchführen.

So wurde im Frühling 2015 ein Immunzellen-Experiment mit der SpaceX-Rakete auf die ISS verfrachtet, das von Deschwandens Team überwacht und von der italienischen Astronautin Samantha Cristoforetti durchgeführt wurde. Die Mitarbeitenden des User Support and Operations Centers hören zwar die Gespräche der Astronauten und sehen, was diese machen, doch direkt mit ihnen sprechen dürfen sie nicht. «Das ist nur wenigen Personen im Münchner Flight Control Team erlaubt», erklärt Alexandra Deschwanden. «Doch wir verfolgen jeden Handgriff der Astronauten an den Experimenten mit und können bei Schwierigkeiten via München sofort Hilfe leisten.»

Vielfältige Aufgaben

Den Hauptteil der Arbeit leistet das BIOTESC-Team allerdings im Vorfeld der Astronauten-Einsätze: Zusammen mit den Wissenschaftlern und der Industrie entwickelt es die Experimente, sodass diese möglichst wenig Astronauten-Zeit beanspruchen, denn die ist enorm teuer. «Die Handhabung der Experimente in KUBIK auf der ISS ist vergleichsweise einfach», betont Deschwanden. Ihre Entwicklung ist dafür umso komplizierter.

Des Weiteren führt das BIOTESC-Team jeweils Probedurchläufe der Experimente durch und verfasst auch die Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Astronauten. Alle Astronauten erhalten eine

kurze Übersicht über das Experiment on-orbit sowie eine Schulung. Die Unterlagen dazu werden jeweils in Hergiswil überprüft.

Deschwanden und ihr Team sind aber auch für den Unterhalt von KUBIK verantwortlich. So sorgen sie dafür, dass die Astronauten wissen, was, wo, wie ausgetauscht werden muss. Zu den weiteren Aufgaben gehört die Verantwortung für die gesamte ESA-Einrichtung des BiologieLABs im russischen Weltraumbahnhof Baikonur. Da dieses jeweils erst wenige Tage vor dem Raketenstart in Betrieb genommen wird, muss das Team Technik und Ausrüstung immer wieder überprüfen. Danach informiert es die Forscher darüber, was für Geräte vor Ort verfügbar sind.

Ein wichtiger Schweizer Beitrag

Dass Alexandra Deschwanden nach ihrem Master in Humanbiologie einmal für die Weltraumforschung arbeiten würde, hätte sie sich auch in ihren kühnsten Träumen nicht vorstellen gewagt. «2010 suchte ich eine Stelle bei der ich meine Biologiekenntnisse mit administrativ-koordinierender Arbeit kombinieren konnte.» Bei der Jobsuche sei sie über das Inserat der Space Biology Group gestolpert, die damals noch eine Forschungsgruppe der ETH Zürich war und erst 2013 an die Hochschule Luzern kam. «Da passte einfach alles», blickt sie zurück.

BIOTESC fungiert als Schnittstelle zur ESA, dem Bund und zu Wissenschaftlern aus verschiedensten Disziplinen. Damit stellt es einen sichtbaren Teil der Schweizer Beteiligung an der ISS dar und leistet einen wichtigen Beitrag zu deren wissenschaftlichen Nutzung. In den fünf Jahren, in denen die Biologin am BIOTESC arbeitet, war es ihr auch nie nur eine Sekunde langweilig. «Unsere Aufgaben sind wahnsinnig vielseitig, die Leute mit denen wir zu tun haben, kommen aus allen Herren Ländern – ein Traumjob...» Wenn sie diesen im Laufe von 2015 ihrem Nachfolger Bernd Rattenbacher überlässt, dann nicht weil sie genug hat, sondern weil sie ihren Lebensmittelpunkt aus privaten Gründen ins Ausland verlegt.



«Weil der Mensch immer neugierig war, leben wir nicht mehr in Höhlen»

Sie haben lange Zeit in den USA gearbeitet. Wie unterscheidet sich die amerikanische Weltraumforschung von derjenigen in der Schweiz und in Europa?

Willy Benz: Als ich 1984 nach Amerika ging, war die USA führend in der Astronomie. Europa musste erst politisch und ökonomisch zusammenwachsen, doch in den vergangenen 20 Jahren haben wir massiv aufgeholt und eine starke wissenschaftliche Identität entwickelt. Denken Sie nur an die Entdeckung des ersten Planeten ausserhalb des Sonnensystems – ein Schweizer Erfolg – oder an die Rosetta-Mission – eine unglaubliche technische Herausforderung!

Wo positionieren Sie die Schweizer Weltraumforschung heute im Vergleich zum Ausland?

Wir können gut mit den besten Ländern mithalten. Klar sind wir klein und haben nicht so viele Spitzenforscher wie andere grössere Länder. Aber diejenigen, die wir haben, sind top. Dank unserem hervorragenden Bildungssystem und der guten Vernetzung sind wir hochkompetitiv.

Was für eine Rolle spielen Programme wie PRODEX oder Horizon 2020 für die hiesige Weltraumforschung?

Ohne PRODEX gäbe es keine Schweizer Weltraumforschung. Weltraumforschungs-Projekte sind langfristig und benötigen wesentliche Mittel und Infrastrukturen. Allein mit der Unterstützung

der Hochschulen und des Nationalfonds wäre es unmöglich, Experimente, die auf Satelliten fliegen, zu bauen.

Warum ist das so?

Die Technologien, die für den Weltraum entwickelt werden, sind teuer. Einerseits aufgrund der speziellen Materialien und Kenntnisse, aber auch weil sie zu hundert Prozent funktionieren müssen. Wir können ja nicht einfach einen Mechaniker oder Ingenieur ins All schicken, um etwas zu reparieren...

Die Gelder von den Hochschulen und dem Nationalfonds finanzieren die Vorentwicklungen, in denen wir Wissenschaftler unsere Ideen beschreiben; allenfalls reicht es noch, um einen Prototypen bauen zu können. Mit diesem können wir uns dann europaweit für eine Weltraummission bewerben. Kriegen wir den Zuschlag, fangen die wirklichen Schwierigkeiten erst recht an. Den Prototypen in ein Fluginstrument umzuwandeln, ist eine echte Herausforderung, die rund 90 Prozent der Kosten verursacht. Hier sind wir auf PRODEX und auch auf die Fähigkeiten unserer Industrie angewiesen.

Apropos Industrie, wie funktioniert die Zusammenarbeit zwischen der Grundlagenforschung und der Industrie?

Ohne die Industrie hätte die Schweiz kein Instrument geflogen. Wir hängen von der Industrie ab. Und die Industrie von uns wenigstens in ihrer Teilnahme am Bauen von wissenschaftlichen Instrumenten.

Ist es eher eine Zwangsgemeinschaft oder eine inspirierende Partnerschaft?

Es ist eine der PRODEX-Regeln, zusammenzuarbeiten, doch die Gesamtbilanz ist sehr positiv. Wir als Universität wären nicht fähig, diese Instrumente bei uns zu bauen. Umgekehrt verleiht die Teilnahme an einem Weltraum-Projekt der Industrie Prestige und bestätigt die Zuverlässigkeit ihrer Arbeit. Einen grossen finanziellen Gewinn macht sie nicht wirklich bei der Entwicklung einmaliger Instrumente, aber es können neue Prozesse oder Technologien daraus resultieren. Diese kann das Unternehmen dann für andere Produkte benutzen, die es verkaufen kann.

Was braucht es neben der von Ihnen bereits erwähnten wissenschaftlichen Identität, um im Weltraumbereich führend zu sein?

Es braucht Ressourcen; einerseits in Form von Geld, aber auch in Form von genügend Infrastruktur wie Labors, Werkstätten und Anlagen und hoch qualifiziertes Personal. Denn eines ist klar: Weltraumforschung beschränkt sich nicht auf Berechnungen im Büro! Daher braucht es nicht nur träumende Physiker mit ein paar Ideen, sondern auch Leute, die diese Träume umsetzen: Mechaniker, Ingenieure, aber auch administratives Personal für all die Berichte und Analysen.

Wie finden Sie die Leute; ist die Schweiz in dieser Hinsicht gut vernetzt?

Es ist sehr schwierig, Ingenieure mit Erfahrung im Bereich Weltraum zu finden. Die wenigen, die es gibt, können wir uns meistens nicht leisten. Deshalb stellen wir junge und motivierte Ingenieure an, die bei uns für einige Jahre bleiben und dann zur Industrie wechseln.

Was existierte in der Schweizer Weltraumforschung zuerst: die Ingenieurskompetenz oder die Wissenschaft?

Die Wissenschaft, denn in den Anfängen brauchte es noch sehr wenige Ingenieure. Professor Geiss von der Universität Bern startete die echte Schweizer Weltraumforschung in den Sechzigerjahren. Er hatte die Idee, den Sonnenwind auf dem Mond einzufangen. Und zwar mit einer Art Alufolie.



Zur Person

Willy Benz studierte Physik an der Universität Neuchâtel und promovierte 1984 in Astrophysik an der Universität Genf. In den Folgejahren lehrte er an der Harvard University und an der University of Arizona. 1997 kam er als Professor am Physikalisches Institut der Universität Bern, das er seit 2002 leitet, zurück in die Schweiz.

Weil die NASA dieses Experiment als einziges nicht NASA-Experiment bei der Apollo-Mondmission mitfliegen liess, erzeugte es eine grosse Visibilität und war so der Startpunkt der Schweizer Weltraumaktivitäten auf einem internationalen Niveau. Danach wurden immer mehr und kompliziertere Instrumente gebaut und wir brauchten immer mehr Ingenieure. Deren Rolle ist heute viel wichtiger und grösser als in den Anfängen, als die Hardware noch nicht so komplex war.

Was bringt die Weltraumforschung der Schweizer Volkswirtschaft?

Die Frage, ob der Mensch alleine ist im Universum oder nicht, beschäftigt die Menschheit seit eh und je. Sie hat natürlich keinen kurzfristigen kommerziellen Wert, aber der ideelle Wert ist enorm. Weil der Mensch immer neugierig war und Experimente machte, leben wir heute nicht mehr in Höhlen.

Die meisten Steuerzahler oder Politiker interessieren solche philosophischen Fragen herzlich wenig...

In der Tat gibt es Leute, die denken, unsere Forschung sei hoch ineffizient und die Gelder versickerten einfach in den Labors. Doch das ist nicht der Fall. Ohne Weltraumforschung gäbe es heute weder Mobiltelefonie noch Navigationsgeräte oder zuverlässige Wettervorhersagen. Auch das Krisenmanagement im Fall von grösseren Katastrophen profitiert direkt von Satellitenaufnahmen. Ein grosser Nutzen für die Gesellschaft ist auch die Tatsache, dass die Mehrheit der Leute, die wir ausbilden, in die Wirtschaft geht. Nur ein kleiner Teil strebt eine akademische Karriere an.

Was wünschen Sie sich für die Schweizer Weltraumforschung?

Das wichtigste für mich als Wissenschaftler ist, dass unsere Politiker den Wert der Grundlagenforschung weiterhin schätzen und fördern. Diese hat keinen unmittelbaren Marktwert. Es geht um eine langfristige Investition in unser Land. Was wir heute erforschen oder an Technologie entwickeln, wird vielleicht erst in zwanzig oder dreissig Jahren im täglichen Leben nützlich sein.

Weitere Informationen

>> cheops.unibe.ch

Meilensteine in der Schweizer Instrumentenentwicklung

30 Jahre, 100 Projekte, 300 Millionen Euro: Seit 1986 haben Schweizer Hochschulen in Zusammenarbeit mit der lokalen Industrie über PRODEX einen beachtlichen Leistungsausweis erbracht. Zahlreiche Weltraummissionen flogen und fliegen mit Schweizer Know-how und Entwicklungen. Darunter waren und sind sowohl kleine, aber wichtige, weil hochpräzise und verlässliche, Komponenten und Systeme als auch ganze Instrumente oder Experimente. Damit konnte sich die Schweiz als kleines Land mit begrenzten Ressourcen in der europäischen und weltweiten Raumfahrt einen Namen machen.

Jahr	Instrument	Mission	Institut	Start der Mission	Ende der Mission	Wissenschaftliches Thema
1988	CELIAS	SOHO	UniBE	02.12.1995	ongoing	Sonne
1994	Reflection Grating Spectrometer	XMM-Newton	PSI	10.12.1999	ongoing	Astrophysik
1996	ROSINA	Rosetta	UniBE	02.03.2004	ongoing	Sonnensystem
1997	ISDC DATABASE	INTEGRAL	UniGE	17.10.2002	ongoing	Astrophysik
1997	APEX	Airborne	UniZH	31.12.2005	ongoing	Erdbbeobachtung
1999	HIFI SPECTROMETER	Herschel Space Observatory	ETHZ	14.05.2009	17.06.2013	Astrophysik
2002	SHM ACES	ISS-ACES	CSEM	01.07.2016	-	Grundlagenphysik
2003	MIRI	James Webb Space Telescope	PSI	01.10.2016	31.12.2026	Astrophysik
2008	HARPS-N	TNG, INAF	UniGE	01.08.2012	ongoing	Astrophysik
2010	CaSSIS	ExoMars 2016	UniBE	01.04.2016	-	Sonnensystem
2010	POLAR	Tiangong 2	UniGE	01.01.2016	-	Astrophysik
2011	SPICE	Solar Orbiter	PMOD/WRC	01.10.2018	-	Sonne
2011	Euclid VIS	Euclid	UniGE	01.01.2020	-	Astrophysik
2012	CHEOPS	CHEOPS	UniBE	01.11.2017	-	Exoplaneten
2013	CLARA	NORSAT-1	PMOD/WRC	01.11.2015	-	Sonne

Die Tabelle zeigt die wichtigsten Schweizer PRODEX-Entwicklungen der vergangenen 30 Jahre im Hinblick auf die Weltraumwissenschaften; eine Liste mit allen Projekten findet sich unter www.sbf.admin.ch/prodex-meilensteine



Hochzuverlässige Schaltungen aus dem Berner Seeland

Seit über zehn Jahren fungiert das Kleinunternehmen Nanotronic als verlängerte Elektronikwerkbank von Ruag Space. Das aus der Weltraumtechnologie gewonnene Know-how nutzt das Unternehmen auch für andere Branchen, in denen hochzuverlässige Schaltungen und Komponenten benötigt werden. So zum Beispiel für die Medizinal- und die Bahntechnik.

Für Philippe Hersberger ist klar: In einer schnelllebigen und kurzfristig orientierten Zeit ist es gut, wirtschaftliche Standbeine zu haben, die mittel- bis langfristig orientiert sind. Daher setzt er mit seinem Unternehmen seit dessen Gründung im Jahr 2000 vorwiegend auf die Branchen Raumfahrt, Luftfahrt, Medizinal- und Bahntechnologie.

Als junger Elektroingenieur begann Hersberger seinen beruflichen Weg in der Entwicklungsabteilung von Ascom. Nachdem er verschiedene Weiterbildungen im Wirtschaftsbereich absolviert und realisiert hatte, dass die Freiheiten in einem grösseren Unternehmen tendenziell kleiner als grösser werden, beschloss er, sich selbstständig zu machen. Der erste Kunde war sein ehemaliger Arbeitgeber, für den er kundenspezifische ASICs entwickelte.

Breites Angebot an Produkten

Seither hat sich einiges verändert. Das Unternehmen ist kontinuierlich und ausschliesslich mit Eigenmitteln gewachsen. Seit sein Gründungspartner 2006 eigene Wege ging, ist Philippe Hersberger alleiniger Inhaber.

Die mittlerweile 16 Mitarbeitenden in Lyss und Mägenwil bieten eine breite Palette an Produkten und Dienstleistungen an. So entwickeln sie beispielsweise massgeschneiderte Embedded Systems und VHDL-Designs vom Konzept bis zum Endprodukt, beraten die Kunden bei der Wahl von Technologien, entwickeln Systemkonzepte, Mikroelektronik oder Firmware, erstellen das Design für Leiterplatten und fertigen Hardware. Bei letzterer reicht die Erfahrung von analogen zu digitalen Schaltkreisen, von einfachen kostengünstigen Schaltungen bis hin zu Hightech-Produkten, in denen die neuste Technologie verwendet wird. «Zudem sind wir auch auf hochzuverlässige Schaltungen, die neben der Bahn- und Medizinaltechnik auch in der Weltraumtechnologie verwendet werden, spezialisiert», so Philippe Hersberger. Allen Aufträgen ist eines gemeinsam: Sie sind meistens für sicherheitskritische oder gesundheitsrelevante Produkte. «Das bedingt stets eine starke Normierung.»

Spagat in die Wissenschaft


Stark normiert sind auch die Aufträge aus dem Weltraumbereich. Diese machen aktuell rund einen Drittel der Tätigkeiten von Nanotronic aus. Seit zehn Jahren ist das KMU mit Sitz im bernischen Lyss der verlängerte Arm der Engineeringabteilung von RUAG Space. Es arbeitet regelmässig für Syderal und dank verschiedenen Entwicklungen für die Universität Bern kam es auch mit der wissenschaftlichen Instrumentenentwicklung in Berührung.


So übernahmen Hersberger und sein Team die Projektleitung und das System Engineering für die Elektronik des Massenspektrometers des NGMS-Projektes sowie die Software- und FPGA-Entwicklung. Projekte mit Hochschulen seien zwar spannend, so Hersberger, doch der Spagat zwischen den Spezifikationen der Produkte und den Anforderungen der Wissenschaftler mitunter sehr breit. «Wir sind unternehmerisch unterwegs und können es uns nicht leisten, Zeit- und Budgetrahmen ausser Acht zu lassen.»

Einen Spagat machen die Berner Systemingenieure auch zwischen der Raumfahrt und der Medizinaltechnologie. Während bei letzterer die Miniaturisierung sowie neuste Technologien dominieren, gilt es bei Applikationen für den Weltraum aus etablierten aber eher veralteten Technologien das Maximum herauszuholen. «Beide Bereiche sind herausfordernd und faszinierend, weil wir uns bei beiden am technischen Limit bewegen.»

SENTINEL 3
SPORT CONTAINER
HALES ALENIA SP

APCO
TECHNOLOGIES

 COG TSC LOADED

 COG TSC EMPTY



Ein Familienunternehmen startet durch

Seit 1993 entwickelt und produziert APCO Technologies mechanische und elektromechanische Produkte für kommerzielle und wissenschaftliche Weltraummissionen. Mittlerweile beschäftigt das Familienunternehmen rund 250 Mitarbeitende und besitzt als einziges Schweizer Unternehmen eine Niederlassung auf dem europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana.

APCO ist eine Schweizer Bilderbuch-KMU. 1992 von André Pugin gegründet, beschäftigt das Westschweizer Familienunternehmen mittlerweile weltweit rund 250 Mitarbeitende, 160 davon in der Schweiz. Zurückzuführen ist dieser Erfolg auf die verantwortungsvolle Firmenpolitik des Patrons, aber auch auf die Diversifizierung der Firmentätigkeiten in drei Bereiche: die Fertigung und das Engineering von Teilen für die französische Atomindustrie, für die das Unternehmen auch Unterhaltsarbeiten ausführt, die Entwicklung und Fertigung von massgeschneiderten Produkten für andere Schwerindustrien sowie die Entwicklung und Fertigung unterschiedlicher Anlagenteile für die Weltraumindustrie. Letztere sorgt dafür, dass der gute Ruf des Unternehmens weit über die europäischen Grenzen hinaus reicht.

Breit gefächerte Produktpalette

APCO kam 1993 zum ersten Mal mit der Weltraumindustrie in Berührung. Damals fertigte das Unternehmen für das Envisat-Projekt Teile für das Mechanical Ground Support Equipment. Ein weiterer Meilenstein stellte die Eröffnung einer Niederlassung in Kourou (Französisch-Guayana) dar. Bis heute ist APCO das einzige Schweizer Unternehmen mit einer Präsenz auf dem europäischen Weltraumbahnhof. Die rund 40 Mitarbeitenden sind verantwortlich für den Unterhalt und den Test von Satelliten – vor dem Flug. Dies nicht nur für die europäische Ariane-Rakete, sondern auch für Vega- oder Sojus-Missionen. Zudem fertigen die APCO-Spezialisten vor Ort auch Transportsysteme und Container für die millionenteuren Satelliten.

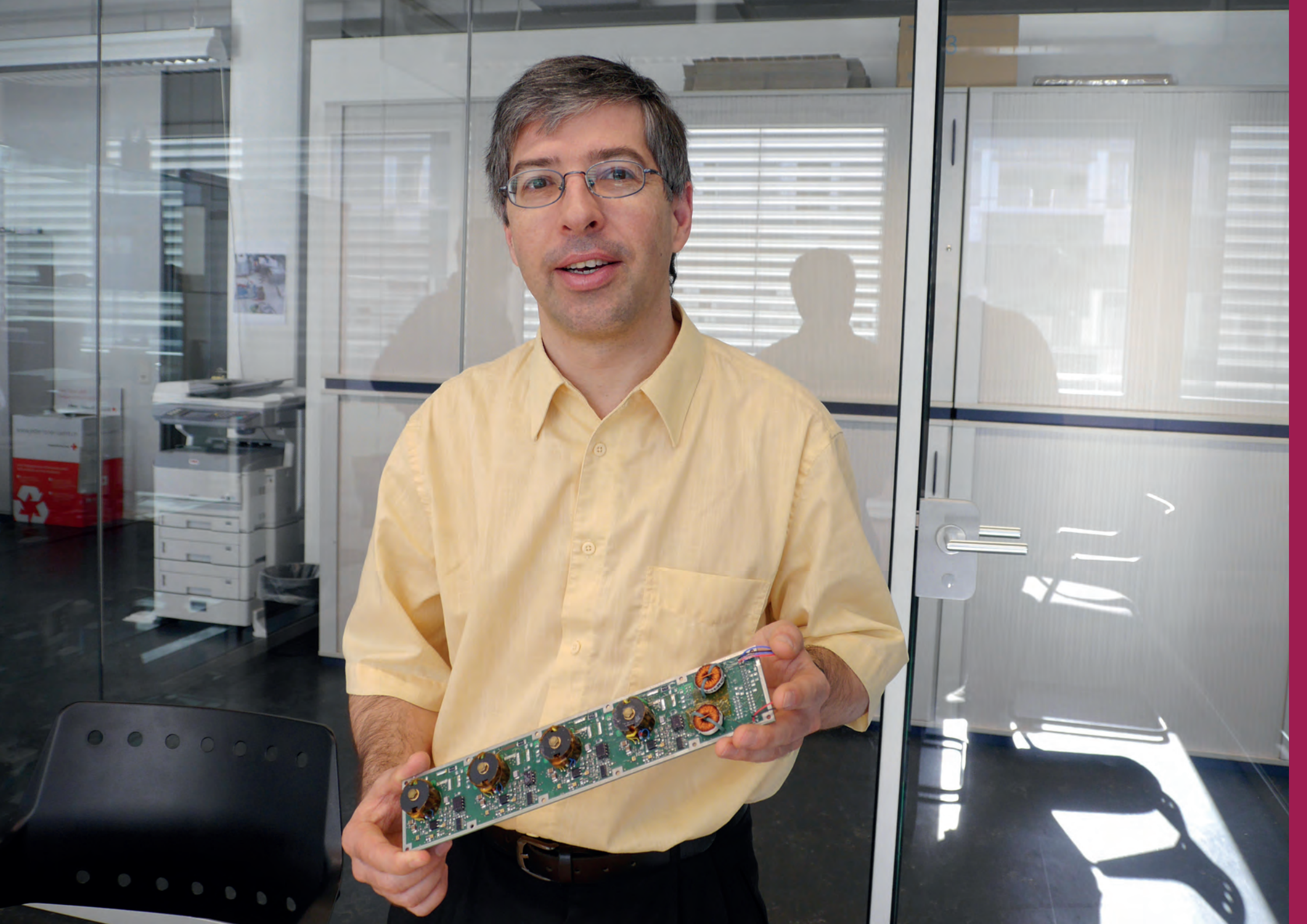
Die Palette der Weltraumaktivitäten ist mittlerweile breit gefächert. Für Ariane 6 macht APCO das Design für die Booster-Ummantelung, für Rosetta reduzierte es das Gewicht der Originalversion des von der Universität Bern entwickelten RTOF (Reflectron Time of Flight) Spektrometers um 291kg (von ca. 300 auf 9 kg), für das voraussichtlich 2018 fertiggestellte Teleskop James Webb entwarf es einen Adapter für Vibrationstests, zusammen mit der Universität Genf ist es in der Euclid-Mission involviert und für Solar Orbiter fertigt es zusammen mit dem PMOD in Davos zwei Instrumente.

Die Mitarbeit am Rosetta-Projekt stellte gleichzeitig den Startschuss für die Zusammenarbeit mit PRODEX dar. Für Aude Pugin Toker, die seit rund sechs Jahren als Finanzchefin und Geschäftsführerin die zweite Generation der Gründerfamilie verkörpert, ist das Programm der perfekte Türöffner zu Schlüsselmissionen im Weltraum. «Es verstärkt bestehende Kontakte und schafft durch die Partnerschaft von Hochschulen und Industrie Innovation und Fortschritt», ist sie überzeugt. Zudem, so Aude Pugin Toker, habe das Programm auch einen indirekten, aber nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die teilnehmenden Unternehmen.

«Die Teilnahme an solch prestigeträchtigen Experimenten ist für uns ein Gütesiegel erster Klasse und stärkt unsere Reputation als zuverlässiger Industriepartner weltweit.» In der Tat konnte APCO seine Kompetenz im Bereich von Weltrauminstrumenten über die letzten zehn Jahre signifikant weiterentwickeln. Ein aktuelles Beispiel stellt auch der Bau von 70 Satelliten-Pannels für Wettersatelliten der dritten Generation, sogenannte MTG, dar. Einer der ersten Serienaufträge im Bereich Weltraum für das Unternehmen. Zudem stellten Aufträge für die Weltraumindustrie auch hohe Anforderungen an die Verarbeitungsprozesse. «Dies wiederum verhilft uns zu weiteren Aufträgen in unseren beiden anderen Unternehmensbereichen», ist Aude Pugin Toker überzeugt.

Organisches Wachstum

Seit dem Umzug in die neuen Fertigungs- und Bürogebäude in Aigle ist das Unternehmen stark gewachsen. «Und zwar organisch», wie Pugin Toker stolz betont. «Zu verdanken haben wir das vor allem unseren tollen Mitarbeitenden und deren Know-how.» Das Engagement von allen sei enorm. «Wer einmal in der Weltraumtechnologie gearbeitet hat, kommt kaum mehr davon los», schmunzelt sie. Der Grund: An Weltraumprojekten mitzuarbeiten, heisst nicht nur, sich in enormen Dimensionen zu bewegen, sondern auch an grossen Schritten der Technologie und an grossen Schritten für die Menschheit mitzuarbeiten.



Kleines, aber feines Elektronikdesign für den Weltraum

Dem effizienten Zusammenspiel von elektronischen Komponenten kommt bei Entwicklungen für den Weltraum eine wichtige Rolle zu. Art of Technology unterstützt Unternehmen und Hochschulen dabei, das Elektronikdesign optimal und vor allem platzsparend auszulegen. Diese Fähigkeiten bringt das Unternehmen auch in Entwicklungen für die Medtech-Industrie ein, deren Produkte einige Parallelen zu Weltraumprodukten aufweisen.

Wenn Solar Orbiter wie aktuell geplant 2018 abhebt, geht für Etienne Hirt und Rolf Schmid ein Traum in Erfüllung. Denn eine Entwicklung für die Weltraumforschung zu machen, war für die beiden schon zurzeit der Gründung von Art of Technology der grösste Wunsch. Allerdings ging dieser Wunsch nicht ganz so schnell in Erfüllung, wie sie es sich erhofft hatten.

1995, während des Schreibens seiner Dissertation am Institut für Elektronik der ETH Zürich zum Thema elektronische Miniaturisierung, realisierte Etienne Hirt, dass viele Unternehmen zwar gute Entwicklungen machten, deren elektronisches Design für eine optimale Nutzung aber nicht geeignet war. Zusammen mit seinen Kollegen Rolf Schmid und Geert Bernaerts beschloss er 1999, den Schritt in die Selbstständigkeit zu wagen und Designoptimierungen für Elektronik sowie Beratungen und gesamte Engineering-Lösungen anzubieten.

Parallelen von Medtech und Weltraum

Die ersten Aufträge machten die Jungunternehmer für Entwicklungen im Bereich Satellitenkommunikation und Industrial Computing. Schon bald folgten Anfragen aus der Medizinaltechnik und 2001 kamen sie zum ersten Mal mit dem Wunschthema Weltraum in Berührung. «Wir konnten für die damalige Contraves eine Studie für einen Seismometer machen, der auf den Mars hätte fliegen sollen», erklärt Etienne Hirt. Dabei ging es darum, die verwendeten Chips unter leichten Kunststoffgehäusen zu verpacken anstatt unter schwereren Keramikgehäusen. Es blieb allerdings bei der Studie. «Leider war es damals als kleine Firma noch sehr schwierig, bei Weltraumprojekten mitwirken zu können», so Hirt.

Also konzentrierten sich die Firmengründer darauf, ihre Fähigkeiten für andere Kunden zu verfeinern. Da rund die Hälfte der Aufträge aus der Medtech-Branche stammte und auch heute noch stammt, fanden sie bei diesen viele Bedingungen vor, die Parallelen zu denen im Weltraum aufweisen. «Bei Entwicklungen, die im medizinischen Bereich eingesetzt werden, lautet die erste Maxime: Es darf kein Schaden am Menschen entstehen; das Pendant im Weltraum lautet: Es darf kein Schaden am Satelliten entstehen.» Ähnlich sei es mit der Fehlertoleranz. In beiden

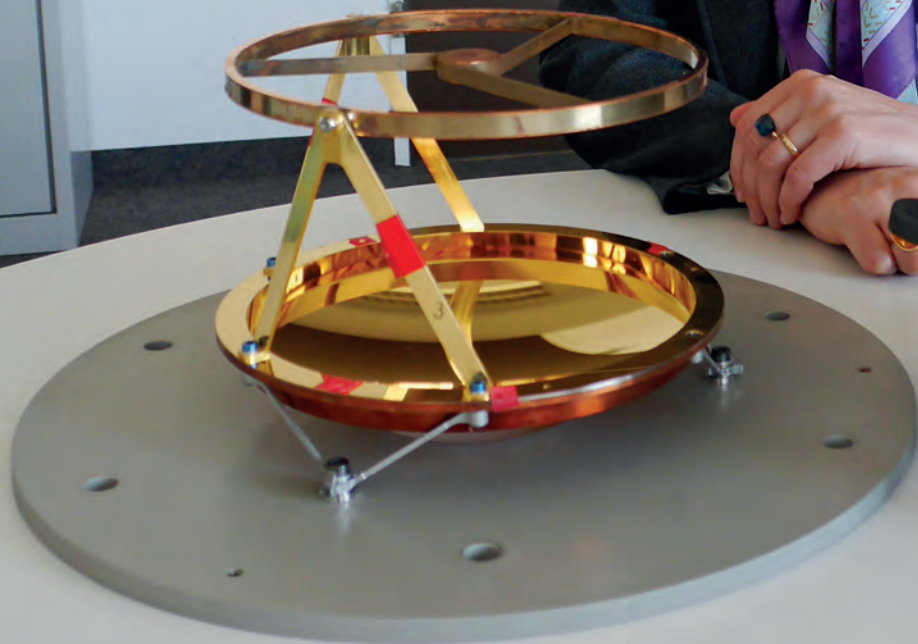
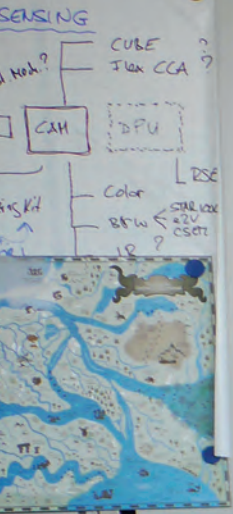
Bereichen müsse auch bei einem Fehler gewährleistet sein, dass das Produkt noch funktioniere. «Allerdings», so Hirt, «kann ich bei Weltraumprodukten mehr Redundanz einbauen.»

2012 meldete sich die Universität Genf bei Art of Technology. Die Hochschule war im Rahmen des PRODEX-Projektes POLAR auf der Suche nach einem industriellen Partner für ein Instrument, das von der chinesischen Raumstation aus Gammastrahlen detektieren und messen sollte. «Was als Beratungsauftrag begann, mündete schliesslich in der Entwicklung der redundanten Niederspannungsversorgung sowie der Umsetzung der Hochspannungsversorgung für das Instrument», umreisst Etienne Hirt den Auftrag und damit auch gleich eines der Erfolgsrezepte des mittlerweile 15-köpfigen Unternehmens. «Wir hören genau hin, was unsere Kunden sagen und stülpen ihnen nicht einfach möglichst viele Produkte oder Dienstleistungen über, sondern entwickeln, was sie wirklich brauchen, um nachhaltig erfolgreich zu sein.»

Zusatznutzen für die Gesellschaft

Aufgrund der guten Arbeit für POLAR folgte bereits 2013 im Rahmen von STIX, dem Röntgenstrahlen-Teleskop von Solar Orbiter, der zweite Auftrag unter PRODEX. Dieses Mal waren die Zürcher für das elektronische Design und die Umsetzung der Sensorelektronik, bestehend aus gekühlten Sensoren, Hochspannungsaufbereitung und der «warmen» Auslese-Elektronik, verantwortlich. «Unter der Projektleitung der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) arbeiteten wir intensiv mit anderen industriellen Partnern und Instituten aus der Schweiz und dem Ausland zusammen.» Eine komplexe Auftragslage, doch, so Hirt, weil alle daran interessiert waren, ein im All funktionierendes Instrument zu bauen, sei das Ganze erstaunlich gut abgelaufen.

Ob für den Weltraum oder für medizinische Anwendungen, die Motivation für das Wirken als Unternehmer schöpfen Hirt, seine Partner und Mitarbeiter aus der Tatsache, dass ihre Komponenten der Gesellschaft einen Zusatznutzen bringen. «In der Weltraumforschung sind es neue Erkenntnisse und in der Medizin Verbesserungen der Gesundheit und Steigerung der Lebensqualität.»



Präzision und Zuverlässigkeit auf dem Boden und im All

RUAG Space ist vor allem bekannt für die Nutzlastverkleidungen, mit der das Unternehmen die Ariane-Raketen seit 1976 ausrüstet. Als führende Zulieferin für die Raumfahrtindustrie ist das Unternehmen aber auch an den wegweisendsten Projekten der europäischen Weltraumforschung beteiligt. Unter der Federführung von Elisabetta Rugi Grond betritt das Unternehmen nicht nur technisches Neuland, sondern entdeckt auch reales Neuland in den Weiten des Universums.

Als führende europäische Zulieferin für die Raumfahrtindustrie genießt RUAG Space seit Jahrzehnten einen hervorragenden Ruf in der Entwicklung und Fertigung von Strukturen und Separationssystemen für Trägerraketen, von Strukturen und Mechanismen für Satelliten, von digitaler Elektronik für Satelliten und Trägerraketen, von Ausrüstung für die Satellitenkommunikation sowie von Instrumenten für Satelliten.

Hochspezialisierte Entwicklungen

Letztere haben es auch Elisabetta Rugi Grond angetan. Schon als Kind fühlte sie sich von den Sternen angezogen, und nach dem Studium der Aeronautik war für sie klar, dass sie als Ingenieurin bei einem Raumfahrtunternehmen arbeiten wollte. Nach einer Zwischenstation in Frankreich kam sie 1996 zu RUAG Space, bei der sie seit dem Jahr 2000 als Projektleiterin amtiert. Unter anderem in namhaften europäischen Weltraum-Forschungsprojekten und wissenschaftlichen Missionen wie Lisa Pathfinder, ExoMars oder der Bepi Colombo Merkurmission der ESA. Für letztere entwickelten und lieferten Rugi Grond und ihre Mitarbeitenden die Schweizer Komponente des Laser Altimeters, also die komplette Empfängerkerne. Der Laser Altimeter soll durch seine Messungen eine dreidimensionale Karte der Merkur-Oberfläche liefern. Aufgrund der extremen Hitze, die bedingt durch die Nähe zur Sonne auf dem Merkur herrscht, verwendeten die Entwickler für das Empfänger-Teleskop Gold sowie das hitze- und kältebeständige Berillium. Damit ist es den Ingenieuren gelungen, diese Materialien im optischen Bereich gebogen anzuwenden – was weltweit noch immer eine Seltenheit darstellt.

Bepi Colombo ist zudem ein hervorragendes Beispiel für die Zusammenarbeit des Konzerns mit unterschiedlichen, hochspezialisierten Firmen im In- und Ausland. «Diese zu synchronisieren, ist eine Herausforderung», konstatiert Rugi Grond. «Allerdings haben wir alle einen gemeinsamen Nenner: Wir möchten für die Wissenschaftler ein Instrument entwickeln, das ihnen präzise Daten liefert.» Und dies, so Rugi Grond, verbinde. Die Entwicklung für Bepi Colombo war gleichzeitig das grösste Schweizer PRODEX-Projekt. «Das Programm ist für uns sehr wichtig, um uns europaweit als innovativer Partner für die Weltraumforschung zu positionieren.»

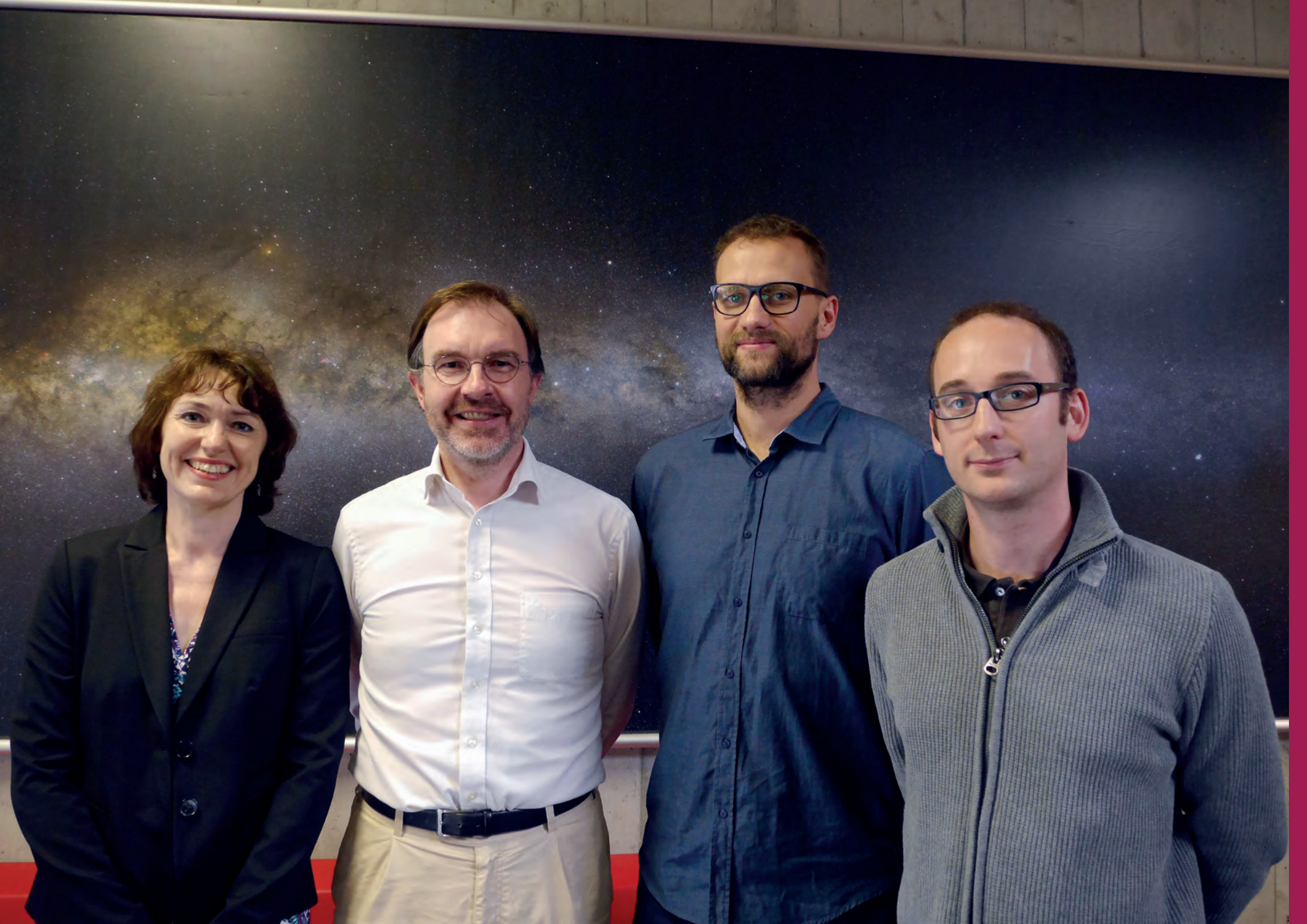
Die Mitarbeit am ROSINA-Instrument der Rosetta-Mission war für RUAG Space das erste PRODEX-Projekt. Einen weiteren Meilenstein für die Weltraumforschung stellt die neuartige Welt-raumkamera Cassis (Colour and Stereo Surface Imaging System) dar. Für diese waren die RUAG Ingenieure massgeblich an der Entwicklung des aus Kohlefasern bestehenden Teleskops zuständig. Die Kamera soll ab 2016 hochaufgelöste Bilder vom Mars und dessen Umgebung liefern und so neue Erkenntnisse über die Marsoberfläche bringen.

Als Division eines Grosskonzerns darf sich die Business Unit Space aber nicht nur Forschungsmissionen widmen, sondern besitzt auch ein klar umfassendes und strukturiertes Produktportfolio. Rund 600 Mitarbeitende in der Schweiz und noch einmal so viele in Schweden und Österreich entwickeln und produzieren eine breite Palette von Produkten für die internationale Raumfahrt-industrie. Dazu zählen neben den Nutzlastverkleidungen und Strukturen für Trägerraketen, Empfänger und Converter für Telekommunikationssatelliten genau so wie Satelliteninstrumente, optische Kommunikationssysteme, thermische Hardware oder Mechanical Ground Support Equipment wie Container und Trolleys. Zudem bietet das Unternehmen auch Dienstleistungen wie die Komponenten- oder Elektronikfertigung, industrielle Messdienstleistungen oder Prüfleistungen an.

Immer wieder Neuland entdecken

Seit 2012 leitet Elisabetta Rugi Grond die 80 Mitarbeitende umfassende Abteilung Optoelectronics & Instruments. Für die passionierte Ingenieurin bedeutete dieser Schritt einerseits mehr Managementarbeit, andererseits kann sie aber auch mehr Einfluss auf die Technologiestrategie des Unternehmens nehmen. «Heute denken wir bereits an 2025», schmunzelt sie. In einer kurzlebigen Zeit sei dies sehr wohltuend.

Langweilig wurde und wird es Elisabetta Rugi Grond keinen Tag. «Es ist faszinierend zu wissen, dass jedes der entwickelten Instrumente und Geräte nicht nur technisches Neuland darstellt, sondern dass wir damit auch reales Neuland in der Weite des Alls entdecken.»



Softwarelösungen für die Weltraumforschung

Die vielen Satelliten und Raumsonden, die sich momentan im All befinden, liefern Datenmengen von unvorstellbarem Ausmass. Um aus diesen Datenmengen brauchbares Material für die Forschung herauszufiltern, braucht es Firmen wie die Genfer SixSq. Begonnen hat deren noch junge Geschichte mit der Raumsonde Gaia, aber auch beim europäischen Förderprogramm Horizon 2020 ist das Kleinunternehmen dabei.

Big Data ist das Thema der Stunde, der Megatrend ist omnipräsent. Die Anwendungen können in den verschiedensten Branchen genutzt werden, so auch für die Erforschung des Universums.

Um den Wissenschaftlern die Suche nach brauchbaren Informationen im gigantischen Datenmeer zu erleichtern, braucht es clevere Software-Ingenieure, die wissen, wo und wie die Daten «gefischt» werden können. Solche arbeiten zum Beispiel beim Genfer KMU SixSq. 2007 von Louise Merifield, Charles Loomis und Marc-Elia Bégin gegründet, hat sich das Start-up zu einem Zehnmannbetrieb entwickelt, der nicht nur, aber auch die ESA mit ihren cleveren Cloud-Lösungen beliefert.

Alles begann mit Gaia

Begonnen hat die Unternehmensgeschichte mit der Raumsonde Gaia. Marc-Elia Bégin hatte aus einer früheren Tätigkeit Kontakte zur ESA und als ihn ein ehemaliger Kollege darauf ansprach, dass die ESA auf der Suche nach einem industriellen Partner für die Datenaufbereitung der Gaia-Mission sei, nutzte er die Chance, wenigstens einen kleinen Teil seines Bubentraums, einmal Astronaut zu werden, Realität werden zu lassen.

Seit Juni 2008 sitzen zwei Software-Spezialisten von SixSq am Observatorium der Universität Genf in Versoix und sorgen dafür, dass die von Gaia aus dem All gesendeten Daten richtig verpackt und den Wissenschaftlern sauber geordnet zur Verfügung stehen. Die Zusammenarbeit mit PRODEX und damit auch mit der ESA haben die Firmengründer als unterstützend und partnerschaftlich empfunden. «Zudem», so Merifield, «öffnete sie uns die Türen für weitere spannende Projekte.» Zu diesen gehört auch der Ende 2014 gefällte strategische Entscheid, einen Teil der Aktien an das belgische Engineering- und Software-Unternehmen RHEA zu verkaufen, das einen Schwerpunkt seiner Tätigkeiten in der Herstellung von Produkten für Weltraummissionen hat. «Durch diesen Schritt erhoffen wir uns weitere Aufträge für die ESA.»

Europa im Fokus

Ein weiterer Grundpfeiler des Firmenerfolgs stellt das von Bégin und Charles Loomis entwickelte Cloud Management System SlipStream dar. Dieses zeichnet sich durch modernste Open Source-Technologie sowie eine kinderleichte Anwendung aus und ist auch für mittelständische Unternehmen erschwinglich. «Früher mussten die Applikationen manuell in die Cloud gestellt werden, heute übernimmt das unsere Software», erklärt Louise Merifield.

Auch beim europäischen Förderprogramm Horizon 2020 hat das umtriebige Kleinunternehmen mehr als nur einen Fuss drin: Mit Scissor, Cyclone und PaaSword ist es als Industriepartner gleich in drei grosse Cloud-Projekte involviert. Zum Einsatz kommt bei diesen auch die jüngste Entwicklung des Unternehmens, die NuvlaBox, eine private Cloud für KMU und Privatpersonen. Die lokale Wolke aus der Box basiert ebenfalls auf Open-Source-Technologien und funktioniert im Plug-and-Play-Modus. Sobald man sie mit Strom versorgt, baut die Box ihr eigenes Wireless-Netz auf, mit dem sich verschiedene Geräte verbinden können. «Mit NuvlaBox bringen wir eine günstige Server- und Cloud-Alternative für KMU und Private auf den Markt», so Merifield. Geeignet ist die Box aber auch für die Anwendung in Entwicklungsländern, in denen die Infrastrukturen keine zuverlässigen Kommunikationslösungen zulassen. «So helfen unsere Entwicklungen nicht nur mit, dass wir in Zukunft unser Universum besser verstehen, sondern sie helfen auch mit, die Welt hier und jetzt ein ganz klein wenig besser zu machen.»



«Schweizer Unternehmen gehören in ihren Nischen zur Weltklasse»

Welche Rolle spielte die Schweizer Weltraumindustrie vor 30 Jahren?

Frédéric Boden: Damals war sie noch in der Phase der Pioniere und Visionäre... Weltraumprojekte machten vor 30 Jahren nur die Universität Bern und auf der Industrieseite die damalige Contraves.

Zur Ehrrettung der Industrie muss ich aber betonen, dass es zu diesem Zeitpunkt viel weniger ESA-Missionen gab als heute. Als die ESA die Zahl der Missionen steigerte, kam auch etwas Zug in die Industrie, und als ich vor 15 Jahren zu APCO Technologies stiess, gab es schon einige Firmen mit Weltraumaktivitäten und eine etablierte Zusammenarbeit zwischen der Wissenschaft und der Industrie.

Wo orten Sie den Unterschied zu heute?

Der grosse Unterschied ist, dass heute neben den etablierten Anbietern von Hardware wie RUAG Space, APCO Technologies, Syderal oder Spectratimes immer mehr Start-ups gegründet werden, die auch andere Produkte für die Weltraumindustrie und Dienstleistungen anbieten. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren fortsetzen, vor allem im Bereich Dienstleistungen, die auf im

Weltraum erfassten Daten basieren. Unsere Gesellschaft braucht immer mehr Daten zur Überwachung von Erdbeben, Lawinen, Wettervorhersagen oder Verkehrsströmen und dafür werden diese Firmen Dienstleistungen entwickeln.

Wieso sollen diese Firmen gerade in der Schweiz entstehen?

Nicht nur in der Schweiz, auch in den anderen europäischen Ländern zeichnet sich dieser Trend ab. Aber das Memorandum of Understanding, das Bundesrat Johann N. Schneider-Ammann und ESA-Direktor Jean Jacques Dordain dieses Frühjahr (2015) unterzeichnet haben, hat hierzulande den Grundstein für einen ESA Space Incubator gelegt. Es ist nur noch eine Frage von Monaten, bis ein solcher Realität wird und in der Folge mehr Firmen entstehen.

Was bedeutet der ESA Space Incubator und die daraus entstehenden Jungfirmen für die etablierten Weltraumfirmen?

Umfallen werden die bestehenden Firmen deswegen nicht, doch die Entwicklung wird frischen Wind in die Branche bringen und das Establishment etwas herausfordern.

Welche Rolle spielt PRODEX in diesem Zusammenhang. Hat das Programm auf diese Entwicklung überhaupt einen Einfluss?

PRODEX hat mitgeholfen, die Industrie als Partner in den Weltraumbereich zu ziehen. Das gilt allerdings nur für die wissenschaftliche Instrumentenentwicklung. Der Grossteil der Arbeiten, die die Schweizer Industrie mittlerweile für Weltraumprojekte ausführen, läuft unter der Federführung der ESA oder für kommerzielle Anwendungen. PRODEX macht heute in der Industrie ungefähr fünf Prozent der Schweizer Weltraumaktivitäten aus, respektive zehn Prozent der ESA Aktivitäten.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Ohne PRODEX würde die Schweiz nicht über diese hohe Kompetenz im Instrumentenbau verfügen und wäre kein so angesehener Partner bei wissenschaftlichen Missionen. Aber es gäbe auch ohne das Programm eine Weltraumindustrie, denn diese kann auch anderes als wissenschaftliche Instrumente zu bauen.

Was kann die Industrie denn alles?

Schweizer Unternehmen sind stark in Satelliten- und Launchertechnologie, im Bereich Nutzlastverkleidungen für Trägerraketen oder im Bau von wissenschaftlichen Instrumenten, aber auch von Atomuhren, die auf den meisten der europäischen aber auch auf chinesischen, indischen und argentinischen Satelliten eingebaut sind. Oder denken Sie an die elektronischen Ausrüstungen von Syderal, auch die fliegen auf ESA- und kommerziellen Satelliten.

Wo steht die Schweizer Weltraumindustrie im Vergleich zu anderen Ländern? Hat sie auf dem Weltmarkt überhaupt eine Chance?

Ja, absolut! Schweizer Unternehmen sind Nischenplayer, aber in ihren Domänen gehören sie zur Welt- oder Europaklasse. Europäische Länder wie Frankreich, Deutschland, Grossbritannien oder Italien haben aufgrund ihrer Grossfirmen wie Airbus Defense & Space oder Thales Alenia Space ein strukturelles Problem. Diese nehmen viel Marktvolumen weg und lassen kleineren Firmen kaum Luft zum Atmen, weil sie fast alle ESA- und nationalen Gelder verschlingen. Die Schweiz hat dieses Problem nicht.

Und wie sieht es verglichen mit dem Weltmarkt aus?

Weil der Weltraummarkt noch immer sehr strategisch ist, versucht jede Grossmacht den eigenen Markt zu schützen. Das bedeutet: Nicht nur die Schweiz, sondern auch irgendein anderes europäisches Land kann alleine kaum etwas ausrichten, daher ist die Zusammenarbeit innerhalb



Zur Person

Frédéric Boden ist Maschinenbauingenieur und arbeitete nach verschiedenen Funktionen beim Turbinenhersteller Hydro Vevey während 15 Jahren bei APCO Technologies in Aigle. Dort prägte er als Verkaufschef den Aufbau des Weltraumstandbeins massgeblich mit. In dieser Zeit war er auch Vizepräsident der Weltraumgruppe bei swissmem sowie Mitglied der Strategiekommmission des Swiss Space Centre. Im Sommer 2015 gründete er mit MetalUp3 sein eigenes Unternehmen, das mittels 3D-Druck Metallteile herstellt und unter anderem die Weltraumindustrie damit beliefert.

von Europa wichtig und funktioniert auch relativ gut. Die Zusammenarbeit mit einer anderen Weltraumgrossmacht wie den USA oder China funktioniert hingegen noch nicht.

Die gute Zusammenarbeit innerhalb von Europa hat zudem dazu geführt, dass die ESA heute weltweit etabliert und hochangesehen ist. Und noch etwas: Die Europäer machen mehr aus weniger Geld, das ist ganz klar. Wir haben sehr, sehr gute wissenschaftliche Resultate und geben deutlich weniger Geld aus als zum Beispiel die NASA.

Warum ist das so?

Weil alle europäischen Länder mit Herzblut für ihre Missionen kämpfen. Diese Art von positivem fighting spirit existiert beispielsweise in den USA nicht. Dort gibt es einfach die NASA und die erhält ihr Geld vom Kongress.

In Europa muss die ESA dagegen immer bei den einzelnen Ländern lobbyieren und um Geld kämpfen. Das macht es viel härter, und sie müssen immer mit sehr guten Vorschlägen kommen, um Geld zu erhalten. Nicht zu vergessen ist auch der Wettbewerb unter den Wissenschaftlern. Weil von 50 Ideen nur eine für eine Mission ausgewählt wird, kommen nur die allerbesten Wissenschaftler zu Geld und können mit der Industrie ein Instrument bauen. Ein Nachteil davon ist: Die Umsetzung wird dadurch nicht unbedingt einfacher für die Industrie, denn die Forscher pushen die Limiten der Machbarkeit fast ins Unendliche.

Heisst das, der Wissenstransfer von den Hochschulen in die Industrie ist schwierig?

Er ist definitiv ein harter Kampf. Jedes Mal ist es schwierig, die Ideen der Wissenschaftler innerhalb der vorgegebenen finanziellen und personellen Ressourcen in ein Produkt umzumünzen und etwas gemeinsam zu bauen, das allen Anforderungen entspricht.

Was müssen die Beteiligten tun, damit eine solche Mission impossible zu einer Mission possible wird?

Am besten wäre es natürlich, über unlimitiertes Geld und unendlich viel Zeit zu verfügen...

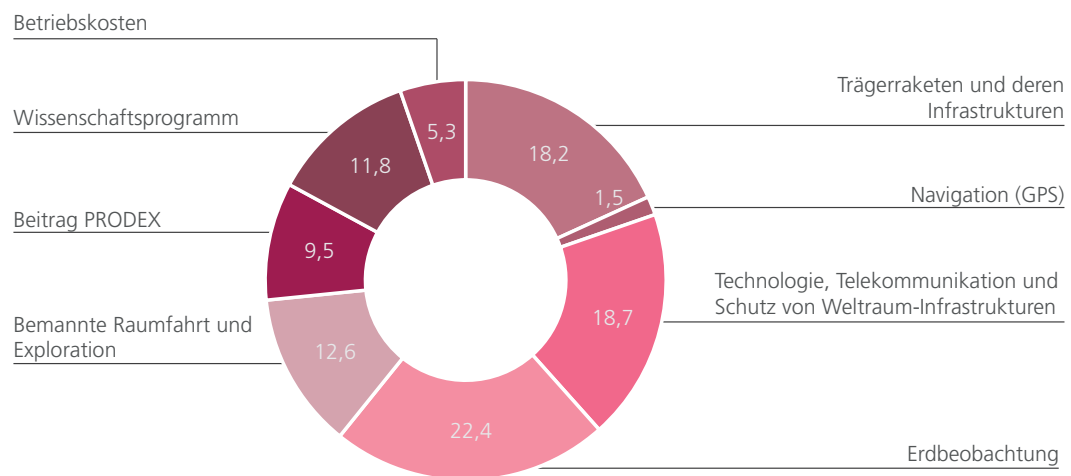
Das gibt es wohl nur im Märchen...

Genau, das Vertrackte bei den Projekten mit der Wissenschaft ist, dass sie einerseits sehr schwierig, andererseits aber auch hochspannend sind und ein Unternehmen dabei extrem viel lernt. Diese wissenschaftlichen Projekte sind aber finanziell immer ein Risiko, als Firma legt man finanziell meistens drauf. Daher ist es zwingend, dass Firmen, die im Weltraum aktiv sind, auch noch andere Einnahmequellen haben.

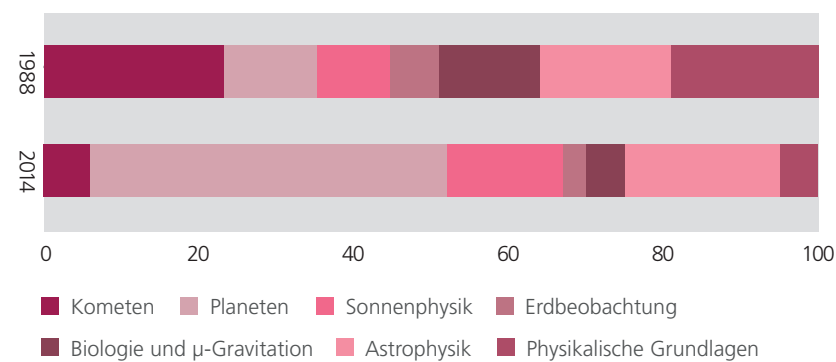
Warum machen die Firmen trotzdem bei wissenschaftlichen Weltraumprojekten mit?

Aus Überzeugung, aber auch aus Leidenschaft! Bei all diesen Firmen hat es jemand im höheren Management, der sagt: Wir machen das, weil es unglaublich faszinierend ist und weil uns das weiterbringt. Weltraumprojekte machen eine Firma fit, denn die Prozesse müssen stringent und nachvollziehbar sein. Und sie helfen, die Grenzen auch in der technischen Entwicklung zu sprengen und immer besser zu werden.

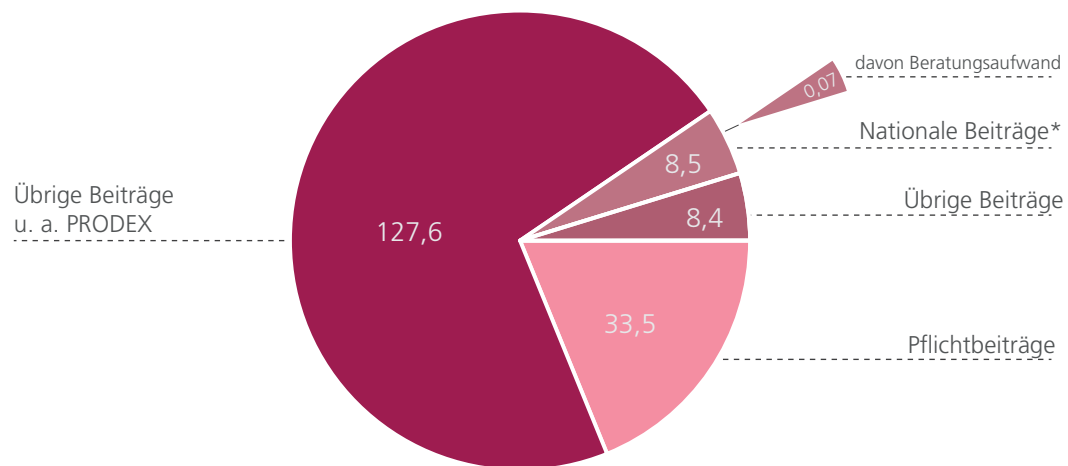
Verteilung der Schweizer Weltraum-Investitionen im Jahr 2014 nach Aktivitäten (in %)



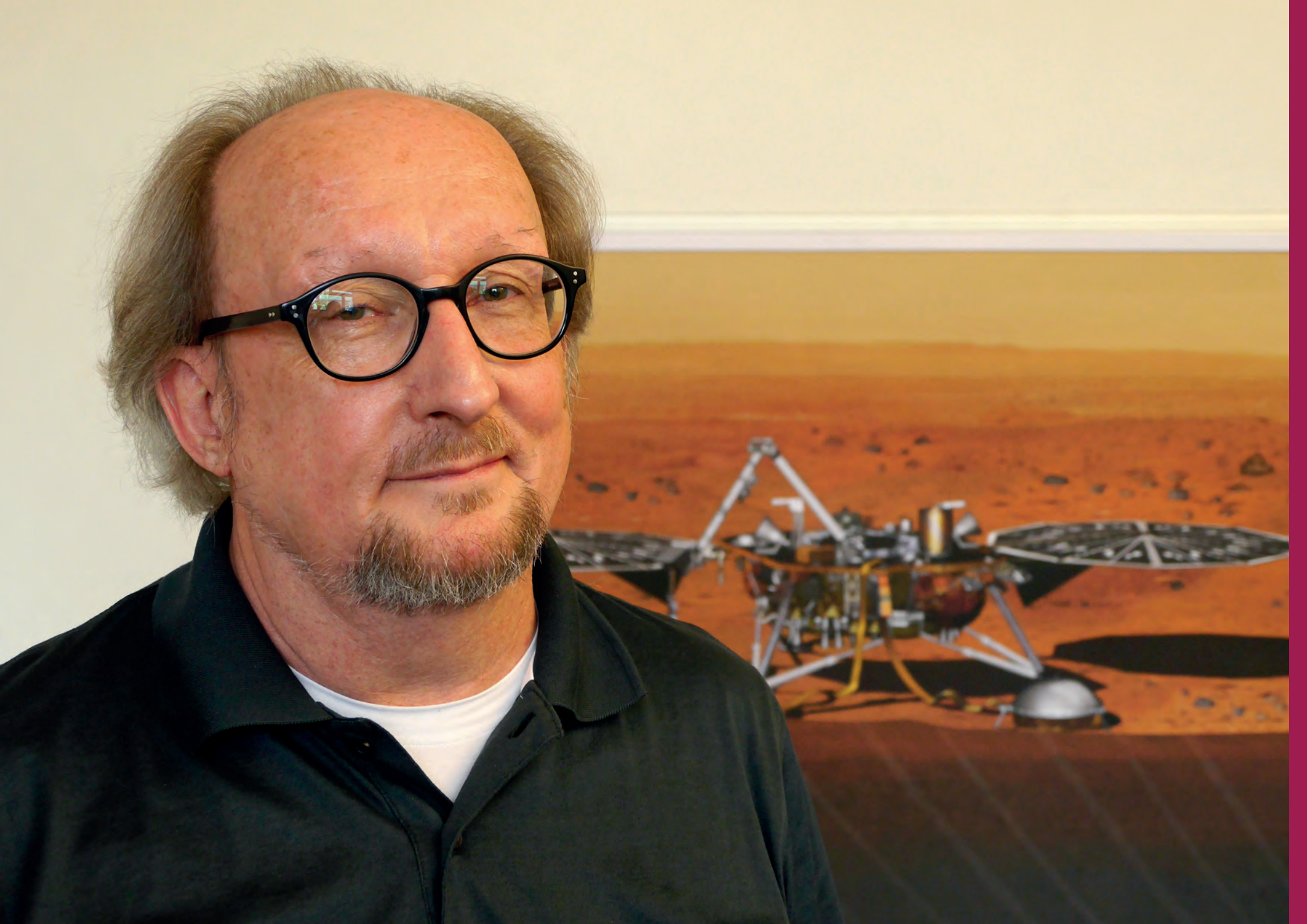
Entwicklung der PRODEX-Bereiche (in %)



Schweizer Weltrauminvestitionen im Jahr 2014 (in Millionen Franken)



* z.B. für das Swiss Space Center und verschiedene Projektbeiträge



Am Puls der Planeten

Seit über 15 Jahren leitet Peter Zweifel das Labor für Weltrauminstrumente und -elektronik am Institut für Geophysik der ETH Zürich. Eng mit der Wissenschaft zu arbeiten, hat für ihn den Vorteil, dass er Instrumente entwickeln kann, die auf den neusten Erkenntnissen beruhen. Der findige Instrumentenbauer geniesst das Privileg, dass 2015 und 2016 gleich zwei seiner Entwicklungen ins All fliegen werden.

Als er in den 1980er Jahren als Testingenieur beim Hörgeräte-Hersteller Phonak arbeitete, hätte Peter Zweifel wohl nie zu träumen gewagt, dass er dereinst am Bau eines Gerätes beteiligt sein würde, das ins Weltall fliegt, um dort die seismischen Wellen eines Planeten zu vermessen. Erdwissenschaftler hatten den Elektroingenieur allerdings schon immer fasziniert und als regelmässiger Leser von Scientific American versuchte er, seine intellektuelle Neugierde für dieses Thema als Hobby zu befriedigen. Mit 40 fand Zweifel, es sei Zeit für eine berufliche Veränderung und als er 1992 auf ein Inserat der ETH Zürich aufmerksam wurde, in dem der Schweizerische Erdbebendienst und das Institut für Geophysik einen Leiter des Elektroniklabors suchte, bewarb er sich und erhielt die Stelle.

Seismograph für den Mars

Kaum hatte er sich in die seismischen Instrumente und Anlagen eingearbeitet, kam sein damals neuer Vorgesetzter und Institutsleiter, Professor Domenico Giardini, mit der Frage auf ihn zu, ob er zusammen mit der Industrie und internationalen Partnern ein Seismometer für eine Marsmission entwickeln könnte. «Ich fühlte mich in der Lage und sagte ja», erinnert sich Peter Zweifel, «ohne mir bewusst zu sein, was da auf mich zukommen würde.» Ab 1997 war Peter Zweifel somit nicht mehr nur Leiter des Elektroniklabors des Erdbebendienstes, sondern auch Gründer und Leiter der Gruppe für Weltrauminstrumente und -elektronik am Institut. Bis 2003 arbeiteten er und seine Mitarbeitenden an einem Seismometer für die Mars Netlander Mission mit, die von der französischen Raumfahrtagentur CNES durchgeführt wurde. Unglücklicherweise wurde die Mission von der damals neugewählten französischen Regierung aus Spargründen gestoppt und damit blieb das Seismometer in der Prototypenphase stecken.

Aufgrund seiner guten Kontakte zur Industrie ging Zweifel die Arbeit für den Weltraum aber nicht aus. Für das astrophysikalische Projekt LISA Pathfinder der ESA, einem Vorläufer der LISA-Mission, bei der im All mittels einer Laser Interferometer Space Antenna (LISA) Gravitationswellen aufgezeichnet werden sollen, erstellte sein Team die Spezifikationen für die Elektronik des Gravitations-Referenzsensors. Diese dienen Contraves Space (heute RUAG Space) als Grundlage, um 2005 bis 2009 die Elektronik zu entwickeln und zu bauen.

Während beiden Projekten, so Peter Zweifel, sei er jeweils extrem froh um die Unterstützung von PRODEX gewesen. Neben der Finanzierung waren es zwei Aspekte, die für ihn wichtig waren. «Einerseits unterstützten uns die Fachleute vom PRODEX Office bei der Firmenauswahl und den Vertragsverhandlungen mit der Industrie. Andererseits halfen sie uns mit ihrem raumfahrtspezifischen Know-how.» Weil er zu den Weltraumprojekten wie die Jungfrau zum Kinde gekommen sei, habe ihm dieses in den Anfängen gefehlt und trotz raschem learning by doing sei er mitunter an Grenzen gestossen. «Um alle Standards einhalten und all die Dokumente schreiben zu können, brauchten wir daher die Hilfe der Experten.»

Eine lange Pause mit fulminantem Ende

2012 kam plötzlich wieder Zug in das Mars-Projekt. In Kooperation mit CNES, dem Institut de Physique du Globe in Paris, dem Imperial College London, dem Max Planck Institut für Solar System Research in Göttingen sowie dem amerikanischen Jet Propulsion Laboratory wurde die von Zweifels Labor spezifizierte Datenaufzeichnungselektronik des Seismometers in Rekordzeit von Syderal vom Prototypen bis zur Flughardware gebaut und Anfang 2015 fertiggestellt.

Im März 2016 soll das Gerät mit der NASA-Mission InSight in Richtung Mars fliegen und ein halbes Jahr später auf dem roten Planeten landen. Diesem Moment blickt Zweifel mit grosser Spannung entgegen. «Es ist ein grosses Privileg, dass ich miterlebe, wie ein von meinem Team entwickeltes Instrument im Weltraum zum Einsatz kommt und ich sehen kann, was für Resultate es liefern wird.» Doch Zweifel ist nicht nur einmal privilegiert, sondern zweifach. Denn auch der Flug von LISA Pathfinder ins All steht noch für 2015 an.

Was bringt es eigentlich, dem Mars mittels seismischen Messungen den Puls zu fühlen? «Die dreidimensionalen Aufzeichnungen werden Informationen über die Schichtung und den Aufbau des Planeten liefern, so wie es mit den seismischen Netzen auf der Erde gemacht wird. Die grosse Herausforderung wird es allerdings sein, dass man auf dem Mars nur ein Instrument zur Verfügung hat.»



«Weltrauminnovationen bringen einen gesellschaftlichen Nutzen»

Aus welchem Grund betreiben Fachhochschulen (FH) eigentlich Weltraumforschung?

André Csillaghy: Die Weltraumforschung, die uns an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) interessiert, benötigt Beobachtungsinstrumente im All. Bei diesen sind viele technologische Aspekte zu betrachten und die können nicht alle durch die Industrie gelöst werden. Hier kommt die angewandte Forschung zum Tragen. In manchen Fällen sind Neuentwicklungen notwendig, die im Nachhinein auch für andere Bereiche als den Weltraum interessant sein können.

Mit unserem direkten Draht zur Industrie können wir den Wissenstransfer fördern. Das heisst: Die Weltraumforschung entspricht voll und ganz den Kriterien, die wir als Schweizer Fachhochschule erfüllen müssen.

Das tönt jetzt aber gar formell...

Natürlich spielen noch weitere Gründe eine grosse Rolle. Die Weltraumforschung bietet spannende Arbeiten für Studierende und Mitarbeitende und entspricht dem Antrieb unserer Studierenden und Forschenden nach Innovation. Weltraumprojekte können eine wesentliche Rolle spielen, um

Nachwuchs zu fördern. Daher sind die Projekte für uns nicht nur motivierend, weil sie spannend sind, sondern auch weil sie gesellschaftlich etwas bewirken.

Was bringt denn die Weltraumforschung der Gesellschaft?

Neben der erwähnten Nachwuchsförderung sind für mich die aus der Forschung resultierenden Innovationen gesellschaftlich relevant. Natürlich sind diese gerade in der Weltraumforschung nicht immer auf den ersten Blick sichtbar oder erscheinen weit weg vom wirklichen Leben. Lassen Sie mich ein Beispiel nennen. Die Resultate von der ESA-Mission Solar Orbiter werden unseren Alltag nicht direkt beeinflussen, indirekt aber sehr wohl.

Was heisst das?

Die Sonnenforschung wird dank Solar Orbiter sicherlich einen Quantensprung nach vorne machen. Sie befasst sich unter anderem mit Untersuchungen im Zusammenhang mit Sonneneruptionen. Durch diese können beispielsweise die Leistungen von Infrastrukturen wie GPS oder anderen Kommunikations-Satelliten gestört werden. Wenn es uns gelingt, aufgrund der Messresultate

bessere Vorhersagen von Sonnenstürmen machen zu können, tragen wir damit massgeblich zum Schutz der Kommunikationssysteme bei.

Sie erwähnten den direkten Draht zu Firmen. Wie funktioniert die Zusammenarbeit mit der Schweizer Wirtschaft?

Sehr gut, wir haben ein dichtes Netz an Kontakten. Aktuell arbeiten wir eng mit den Firmen Almatec, Art of Technology und Syderal zusammen. Dazu kommen noch viele Firmen, die für uns Teile entwickeln oder fertigen. Wir arbeiten auch mit Firmen, die Interesse zeigen, gewisse Teile für uns zu entwickeln, die wir im Moment noch in den USA produzieren lassen müssen.

Sie versuchen also, die Wertschöpfung möglichst in die Schweiz zu holen?

Ja, absolut. Ein Fernziel ist es auch dank Projekten, die von der FHNW initiiert worden sind, Arbeitsplätze im Weltraumbereich zumindest zu fördern. Dafür wäre es wünschenswert, eine kritische Masse an Expertise hier lokal zu haben. Dazu brauchen wir einfach noch ein wenig Zeit, auch wenn das Projekt STIX, das vor rund fünf Jahren begann, dem Aufbau von Weltraumkompetenzen viel Schwung gegeben hat.

Wie kam die FHNW zu STIX?

Bei STIX waren wir von Anfang an dabei, dies aber in einer eher bescheideneren Rolle: Wir hatten die Verantwortung für die Datenauswertungs-Software. Damals war STIX ein Projekt der ETH Zürich. Nachdem sich herausstellte, dass die ETH die Tätigkeiten in der Sonnenforschung eher reduzieren wollte, war es nachvollziehbar, die Verantwortung des Projekts an die FHNW zu überführen.

Wir von der FHNW waren überzeugt, dass wir für den Instrumentenbau über die richtigen Leute und Fähigkeiten verfügten. Allerdings hatten wir damals noch keine Gruppe für die Grundlagenforschung im diesem Bereich.

Grundlagenforschung an der FH? Warum war das wichtig für das Projekt?

Wenn wir ein Instrument für die Sonnenforschung bauen, wollen wir einerseits bei den Ergebnissen auch dabei sein, andererseits ist es notwendig, bei der Entwicklung des Instrumentes Grundlagenforscher dabei zu haben. Wir waren uns mit den Programmverantwortlichen von PRODEX, die STIX finanzieren, einig, dass wir durch den Bau des Röntgenteleskopes neue Erkenntnisse ge-



Zur Person

Prof. Dr. André Csillaghy leitet seit 2008 das Institut für 4D-Technologien an der Hochschule für Technik der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW. Nach seiner Dissertation an der ETH Zürich arbeitete der promovierte Informatiker drei Jahre am Space Science Laboratory der University of California, Berkeley (USA), bevor er 2001 als Lehrbeauftragter zur FHNW stiess.

winnen wollen und suchten einen Experten. Mit Säm Krucker konnten wir einen sehr erfahrenen Schweizer Sonnenforscher von der University of California, Berkeley, zurück in die Schweiz holen und als Principal Investigator gewinnen. Es ist nicht das Ziel, dass wir nun breit in die naturwissenschaftliche Grundlagerecherche einsteigen. Es ist meiner Meinung nach aber wichtig, und sogar unausweichlich, auf bestimmte Bereiche so tief wie möglich einzugehen.

Ist Ihr Institut innerhalb der FHNW auf sich alleine gestellt oder arbeiten Sie mit anderen Instituten zusammen?

Wir haben enge Zusammenarbeiten mit mehreren Instituten. Im Institut für Produkte und Produktionsengineering werden Teile der Hardware entwickelt und produziert. Im Institut für Kunststofftechnik und vor allem in seinem Ableger am PSI werden Sensoren bereitgestellt. Dort befindet sich auch unser Reinraum. Zudem kooperieren wir mit dem Institut für Mikroelektronik und dem Institut für Automation. Innerhalb der Schweiz und auf der wissenschaftlichen Seite arbeiten wir mit dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos, der Universität Bern und weiterhin auch mit der ETH Zürich zusammen.

Und wie sieht es mit Kooperationen mit ausländischen Hochschulen aus?

Ohne diese ginge es nicht! Weltraumforschung ist echte Teamarbeit. Auch wenn grosse Teile der Hardware in der Schweiz produziert werden, stammt der Bordcomputer aus Polen, das Kernstück der Detektorelektronik wird in Frankreich entwickelt und gefertigt und die Kristalle für die Detektoren kaufen wir in Japan. Die Bordsoftware ist aus Tschechien. Deutschland ist für das optische System verantwortlich. Insgesamt umfasst das Team rund 40 Ingenieurinnen und Wissenschaftler.

Sie erhalten einerseits Unterstützung durch PRODEX. Gibt es noch andere Programme zur Finanzierung?

Es ist zentral, dass wir nicht nur auf ein Experiment und auf eine Unterstützung bauen. Wir möchten unsere Rolle auf lange Sicht anlegen. Die Instrumentenentwicklung wird durch PRODEX unterstützt, der Nationalfonds finanziert die Grundlagenforschung. Mit Geldern aus Horizon 2020 decken wir verwandte Bereiche ab. Im EU-Projekt FLARECAST entwickeln wir ein automatisiertes Vorhersagesystem für Sonneneruptionen, welches unter anderem zum Nutzen der Weltraumforschung eingesetzt wird. Ein Vorteil der EU-Projekte ist, dass in den

Budgets die Kosten für die Kommunikation bereits eingeplant sind. Dies erlaubt es, die Forschung in diesen Bereichen sowohl der Öffentlichkeit als auch spezifischen Interessengruppen zu kommunizieren.

Bis anhin haben Sie nur ein PRODEX-Projekt. Sehen Sie ein Potenzial für die Entwicklung weiterer Instrumente?

Wir sind aktuell an zwei PRODEX-Projekten beteiligt. Beim zweiten handelt es sich um Software für das Ground Segment von Euclid. Aber ja, unser Ziel ist es, an weiteren Satelliten-Missionen mitzuarbeiten. Wir haben schon einige in Aussicht. Wenn irgendwo ein Instrument in Vorbereitung ist, bei dem Röntgendetektoren beteiligt sind, dann möchten wir dabei sein.

Weitere Informationen

>> fhnw.ch/technik/spectrometer-telescope-for-imaging-x-rays

>> blogs.fhnw.ch/sonnenforschung

Aktuelle Schweizer PRODEX-Projekte auf einen Blick

Neuartige Weltraumkamera

Beim Kamerasystem CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System), das unter der Leitung der Universität Bern von der RUAG gebaut wird, handelt es sich um eine hochauflösende Farb-Stereokamera, welche Strukturen auf der Marsoberfläche mit einer Auflösung von bis zu fünf Metern pro Pixel abbilden soll. Die mit CaSSIS zu erstellenden Aufnahmen sollen unter anderem dazu genutzt werden, um die zuvor von NOMAD und ACS aufgespürten «Quellgebiete» von Spurengasen in einen geologischen Kontext zu versetzen.

Siehe Portraits Seite 11 und Seite 35

Landung gelungen

Im November 2014 erreichte das Massenspektrometer ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) den Kometen Tschurjumow-Gerasimenko. Die seither gesendeten Daten sollen wichtige Fragen zur Entstehung des Sonnensystems beantworten helfen. Um diese schwierigen Ziele zu erreichen, hat ROSINA Fähigkeiten, die weit über bisherige Massenspektrometer im Weltraum hinausgehen. Dazu gehören eine sehr grosse Massenauflösung, ein sehr grosser Massenbereich, ein hoher dynamischer Bereich und eine hervorragende Empfindlichkeit. Zusätzlich kann ROSINA die Gasgeschwindigkeit und Gastemperatur des Kometen bestimmen.

Siehe Portrait Seite 19

Biologische Forschung im All

Das Columbus-Forschungslabor ist seit dem Jahr 2008 auf der Raumstation ISS installiert. Das BIOTESC-Zentrum in Hergiswil ist für den reibungslosen Ablauf eines Teils der biomedizinischen Experimente darauf zuständig. Einige Beispiele mit Schweizer Beteiligung:

- Weisse Blutkörperchen: Das Projekt «PA-DIAC» des Kompetenzzentrums Aerospace Biomedical Science and Technology an der Hochschule Luzern (HSLU) erkundete die Ursachen, warum weisse Blutkörperchen unter Schwerelosigkeit nicht auf bestimmte Wachstumsfaktoren reagieren und deshalb die Immunantwort ausbleibt. Es flog 2010 auf die ISS.
- Tumore: Das Experiment Spheroids untersucht den Einfluss der Schwerelosigkeit auf die Tumorbildung und der damit verbundenen Blutgefässbildung. Flug im Herbst 2015
- Hefepilze: Das Projekt «Bioreactor» von Dominika Kauss ebenfalls vom Kompetenzzentrum an der HSLU will verstehen, wie sich Hefezellen – die auch als Krankheitserreger wirken können – bei minimaler Schwerkraft verhalten und auf Umweltreize reagieren. Flug geplant für 2018.

Siehe Portrait Seite 23

Planetarer Pulsmesser

Die für März 2016 geplante Mission InSight des Discovery Programms der NASA soll einen stationären Lander auf dem Mars absetzen. Dieser ist unter anderem mit einem von der ETH Zürich mitentwickelten Seismometer und einer Wärmeflusssonde ausgestattet, um die frühgeologische Entwicklung des Mars zu erforschen und damit das Verständnis der Entstehung der erdähnlichen Planeten des Sonnensystems (Merkur, Venus, Erde, Mars) und des Erdmonds zu verbessern.

Siehe Portrait Seite 43

Kartographierung des Weltraums

Euclid ist ein geplantes Weltraumteleskop der ESA zur Erforschung der Dunklen Energie und der Dunklen Materie. Es soll 2020 mit einer Sojus-Rakete von Kourou starten und nach sechs Monaten in eine Umlaufbahn um den Lagrange-Punkt L2 einschwenken. Etwa drei bis sechs Monate nach der Ankunft soll die sechs Jahre dauernde Kartierung des Weltraums beginnen. Euclid wird zwei Instrumente verwenden, die beide durch ein 1,2-m-Korsch-Teleskop mit drei Spiegeln und 24,5 m Brennweite blicken und das gleiche Himmelsgebiet beobachten.

Siehe Portraits Seite 13 und Seite 21

Die Suche nach Leben

In benachbarten Sonnensystemen existieren unzählige Planeten, die nicht um unsere Sonne kreisen, sondern um einen anderen hellen

Stern. Ausgeklügelte Instrumente wie das CHEOPS-Teleskop (CHaracterizing EXOPlanet Satellite) sollen deren Eigenschaften erforschen. Zusammen mit dem Berner Center for Space and Habitability und der ESA sind Professor Willy Benz und sein Team sowohl für das Teleskop als auch für die ganze Mission verantwortlich.

CHEOPS hat einen Durchmesser von 33 Zentimetern und fliegt auf einer Höhe von 650 bis 800 Kilometern exakt über der Tag-Nacht-Grenze – so haben die Sonnensegel Licht, das Teleskop aber blickt ins Dunkle. Es wird die erste Mission sein, die Transits bei hellen Sternen untersucht, von denen bereits bekannt ist, dass sie Planeten beherbergen.

Siehe Seite 27

Die Sonne unter der Lupe

STIX – Spectrometer Telescope for Imaging X-rays – ist ein von der FHNW entwickeltes Röntgenteleskop, das voraussichtlich 2018 auf der Raumsonde Solar Orbiter mit einer Rakete ins Weltall geschossen wird. Sie wird die Ekliptik-Ebene verlassen und sich bis auf einen Viertel der Erd-Sonne-Distanz der Sonne nähern. Ziel der Mission ist es, den Sonnenwind und die geladenen Teilchen nahe bei deren Entstehungsort zu messen und die Sonne in einem hochaufgelösten Bereich zu beobachten. Erste Daten können voraussichtlich eineinhalb Jahre nach dem Start ausgewertet werden.

Siehe Interview Seite 44 ff.



Kontakt

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Abteilung Raumfahrt

Einsteinstrasse 2, CH-3003 Bern

Telefon: +41 58 464 10 74, space@sbfi.admin.ch