

Pressemitteilung

Schwetzingen Kometenexperiment startet auf „Rosetta“

SCHWETZINGEN, 16. Februar 2004: Wenn am Morgen des 26. Februar 2004 eine Ariane-Rakete in Kourou/Französisch-Guayana die große Raumsonde Rosetta auf ihren Weg zu einem Kometen bringt, ist wieder einmal ein großes Raumfahrtexperiment aus Schwetzingen mit an Bord: COSIMA, entwickelt und gebaut von der traditionsreichen Firma von Hoerner & Sulger GmbH, wird die chemische Zusammensetzung des Staubes des Kometen Churyumov-Gerasimenko untersuchen. Der *CO*metary *S*econdary *I*on *M*ass Analyser, ein deutscher Beitrag unter der wissenschaftlichen Leitung des Kometenforschers Dr. Jochen Kissel vom Max-Planck-Institut für Aeronomie in Katlenburg-Lindau, ging an die Firma vH&S als Hauptauftragnehmer. Mehrere nationale und internationale Institute waren an der Entwicklung dieses komplexen Instruments mit Beiträgen beteiligt. Das COSIMA-Projekt wurde vom deutschen Forschungsministerium und entsprechenden Ministerien der beteiligten Staaten finanziert.

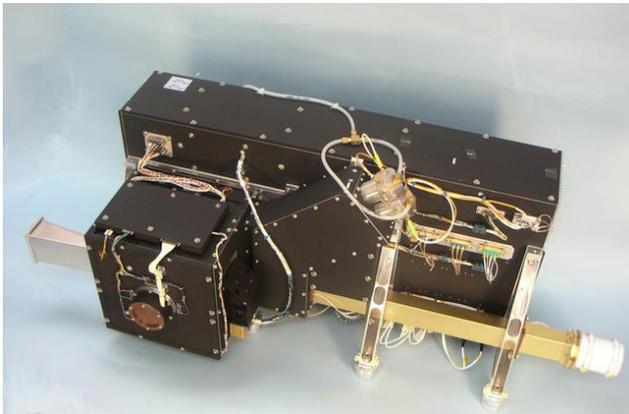


Abbildung 1: Das COSIMA Instrument.

Die Mission Rosetta

Die Mission Rosetta der Europäischen Weltraumbehörde ESA ist ein wichtiger Meilenstein zur Erforschung unseres Sonnensystems – und das bei weitem aufwändigste Unternehmen der Kometenfor-

schung weltweit: Ihr Ziel ist der Komet Churyumov-Gerasimenko, den sie im Jahr 2014 erreichen soll. Rosetta besteht aus dem Orbiter, der den Kometen für mehrere Jahre umkreisen und auf seinem Weg in immer größere Sonnennähe begleiten soll, und dem kürzlich Philae getauften Lander, der auf dem Kern des Kometen aufsetzen soll. Der Orbiter trägt elf wissenschaftliche Instrumente, darunter COSIMA, und wird zunächst Digitalfotos des Kerns schießen und zur Erde funken. Bald darauf wird Philae, bestückt mit weiteren zehn Experimenten, auf dem Kometenkern abgesetzt. Diese werden viele neue Detailinformationen zum Aufbau des Kometenkerns liefern. Die Funkverbindung zwischen dem Lander und der Erde erfolgt über den Orbiter. Auch zum Rosetta Lander hat vH&S mit der Zentralelektronik für das Experiment SESAME einen wichtigen Beitrag geleistet.

COSIMA ist bereits der sechste Analysator für Kometenstaub aus dem Hause vH&S, der in den letzten zwei Jahrzehnten mit einer Raumsonde auf die Reise geht: Das Schwetzingen Unternehmen nimmt in diesem Gebiet der Forschung eine Monopolstellung in der Raumfahrt weltweit ein. Drei frühe Vorgänger COSIMAs flogen 1986 unter den Namen PUMA 1 und 2 und PIA dicht am Halleyschen Kometen vorbei: Die PUMAs saßen auf den sowjetischen VeGa-Sonden, PIA auf der ESA-Sonde Giotto. Modifizierte Versionen dieser Instrumente starteten 1999 und 2002 als CIDA auf zwei Kometensonden der NASA, und just am 2. Januar dieses Jahres erreichte die Sonde Stardust den Kometen Wild 2 (siehe hierzu eine detaillierte vH&S Pressemitteilung vom 29.12.2003). Mehrere Dutzend Staubteilchen sind dabei von CIDA eingefangen worden, und ihre Zusammensetzung wird gegenwärtig analysiert. COSIMA baut auf den Erfahrungen vor allem der Halley-Experimente auf und erreicht dabei eine ganz neue Komplexität in der Funktion. Und wieder ist das Experiment das einzige auf dem Rosetta-Orbiter, das die chemische Zusammensetzung des Staubes von Churyumov-Gerasimenko vor Ort analysieren kann.

von Hoerner & Sulger GmbH, Schloßplatz 8, D-68723 Schwetzingen, <http://www.vh-s.de>
Geschäftsführung: Dr. Hanna von Hoerner, Tel. (mobil): (+49) 1 72 / 6 00 96 77, E-Mail: vonhoerner@vh-s.de
Info: Dr. Hartmut Henkel, Tel.: (+49) 62 02 / 57 56-16, E-Mail: henkel@vh-s.de

Inhaltsverzeichnis

1 Warum überhaupt Kometen erforschen? **2**

1.1 Vom Wesen des Kometenstaubs . . . 3

2 Die Geschichte des Experiments COSIMA **4**

3 Wie COSIMA im Detail funktioniert **4**

3.1 Die Staubsammeleinheit 5

3.2 Die Kamera 5

3.3 Die Chemiestation 5

3.4 Das Massenspektrometer 5

3.5 Die Indiumquellen des Massenspektrometers 5

3.6 Die Elektronik COSIMAs 5

3.7 Zuverlässigkeitsaspekte beim Bau von COSIMA 6

4 Firmenprofil von vH&S **6**

4.1 Kontaktadresse und Ansprechpartner bei vH&S 6

5 Bilder zum Download **6**

6 Weitere Informationen aus dem Internet **8**

7 Glossar **8**

8 URL dieser Pressemitteilung **8**

1 Warum überhaupt Kometen erforschen?

Kometen sind in vieler Hinsicht die seltsamsten Bewohner unseres Sonnensystems. Sie sind nur höchstens ein paar Kilometer groß, und doch können sie sich zuweilen auf Millionen Kilometer aufblähen. Die meiste Zeit seines Lebens verbringt ein typischer Komet fern der Sonne, in Milliarden Kilometern Abstand und noch jenseits der Umlaufbahnen der Planeten. Dann ist er nichts weiter als ein unförmiger Klumpen aus felsigem Material und gefrorenen Gasen, ein so genannter Kometenkern, der wegen seiner geringen Größe selbst mit den modernsten Teleskopen kaum mehr zu sehen ist. Doch wenn ein Komet in die Nähe der Sonne gerät, blüht er regelrecht auf: Der Kern erwärmt sich, die gefrorenen Gase gehen sofort

in einen Dampfzustand über (vor allem Kohlenmonoxid und Wasserdampf) und reißen dabei Staubteilchen mit. Um den Kern bildet sich nun eine leuchtende Wolke aus, mit zehntausenden Kilometern Durchmesser um ein Vielfaches größer als der Kern selbst.



Abbildung 2: Der Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko (<http://www.tls-tautenburg.de>).

Diese Wolke wird im Fachjargon Koma genannt: Sie besteht sowohl aus den freigesetzten Gasen (die von der Strahlung der Sonne zum Leuchten angeregt werden) als auch aus dem Staub (der das Sonnenlicht direkt reflektiert). Besonders spektakulär wird die Erscheinung eines Kometen dann, wenn sich aus der Koma heraus ein Schweif entwickelt, der viele Millionen Kilometer Länge erreichen kann. Verantwortlich dafür ist zum einen der Sonnenwind, ein ständiger schneller Strom geladener Teilchen von der Sonne, der die Gaspartikel mitreißt. Und den Staub treibt der Strahlungsdruck des Sonnenlichts direkt aus der Koma. Kometen sind gewissermaßen das letzte Urgestein aus der Anfangszeit unseres Sonnensystems: Sie entstanden zwar vor 4^{1/2} Milliarden Jahren gemeinsam mit der Sonne und den heutigen Planeten, doch so weit von der Sonne entfernt, daß die ursprünglichen Bausteine auch heute noch relativ unverändert in ihnen stecken sollten – und am einfachsten zugänglich ist der Kometenstaub in der Koma.

1.1 Vom Wesen des Kometenstaubs

Den Staub eines Kometen dürfen wir uns nicht wie den Hausstaub unter Möbeln vorstellen: Die Teilchen sind durchweg erheblich kleiner und erinnern eher an den Toner aus Kopiergeräten oder Laserdruckern, zumal sie auch ähnlich dunkel sind. Die meisten Staubteilchen, denen 1986 mehrere Raumsonden in der Koma des Halleyschen Kometen begegneten, hatten beispielsweise nur Massen von 10^{-12} bis 10^{-14} Gramm. Und aus welchen chemischen Elementen sie bestanden, maßen damals zum ersten Mal überhaupt vor Ort die drei Schwetzingener Pionierinstrumente PUMA-1 und -2 und PIA, wobei PUMA-1 die besten Daten lieferte. Eine wesentliche Erkenntnis war, daß die Atome in Halleys Staub im Mittel zu 30 % aus Kohlenstoff und zu 50 % aus Sauerstoff bestanden (bzw. der Staub massenmäßig zu 20 % aus Kohlenstoff). Die individuellen Teilchen unterschieden sich aber erheblich: 30 % der Staubpartikel bestanden aus besonders vielen leichten Atomen wie Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff.

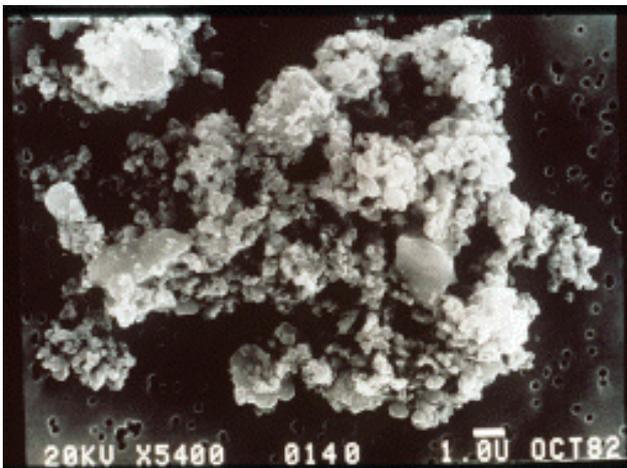


Abbildung 3: Interstellares Staubteilchen „Brownlee-Particle“ (Quelle: JPL).

Diesen völlig unerwarteten Typ taufte man bald – nach den Anfangsbuchstaben der chemischen Elementzeichen – CHON-Partikel: Weil Kohlenstoff und andere leichte Elemente vorkommen, werden sie als organisch bezeichnet, was freilich zunächst nichts mit biologisch zu tun hat. Weitere 35 % des Halleystaubes waren eine Mischung aus CHON und Silikaten und die restlichen 35 % rein silikatisch (also nur aus schwereren Atomen bestehend), wenn auch mit etwas Sau-

erstoff angereichert. Der enorm hohe Kohlenstoffanteil des Halleystaubes unterschied ihn von allen bekannten Meteoriten wie auch von den meisten kleinen interplanetaren Staubteilchen, die man mit hoch fliegenden Flugzeugen in der Erdstratosphäre einfangen kann: Die außergewöhnliche Stellung der Kometen im Sonnensystem hatte sich bestätigt. Ihre festen Bestandteile hatten sich als „andersartig, komplexer und in gewisser Weise auch ‚primitiver‘ als Meteoriten“ erwiesen, lautete damals das Fazit der Halley-Forscher.

Das feinkörnige, heterogene Material ähnelte vielmehr dem interstellaren Staub im protosolaren Urnebel, aus dem sich vor $4\frac{1}{2}$ Milliarden Jahren durch dramatische Verdichtung das Sonnensystem gebildet hat. Bis heute ist aber nicht klar, welcher Anteil des Staubs von Halley- oder von Kometenstaub ganz allgemein – echter interstellarer Staub ist und was stattdessen Teilchen sind, die sich erst im solaren Nebel gebildet haben. Daß die riesigen Räume zwischen den Sternen von Staub erfüllt sind, kann man mitunter sogar mit bloßem Auge sehen: Er zeichnet sich in der sommerlichen Milchstraße als dunkle Wolken ab. Mit vielerlei astrophysikalischen Methoden läßt sich dieser Staub nachweisen, untersuchen und in die großen kosmischen Kreisläufe einordnen. Heute schreibt man ihm eine Schlüsselrolle bei der Entstehung der Sterne, Planeten und Kometen zu – in unserem Sonnensystem ebenso wie in fremden.

Interstellarer Staub entsteht in der Nähe alter oder sterbender Sterne: In den ausgedehnten und vergleichsweise kühlen Hüllen dieser Sterne können sich Moleküle bilden und zu größeren Aggregaten zusammenfinden, die noch lange nach dem Tod des Sterns durch den Raum treiben. In primitiven Meteoriten hat man isolierte Staubkörnchen finden können, die auf diese Weise entstanden sind und sogar noch verraten können, bei welcher Art von Stern sie entstanden sind. Doch diese Teilchen sind bis zu ihrem Einschluß in den Meteoriten erheblichen Belastungen ausgesetzt gewesen und keine guten Beispiele mehr für typische Teilchen fernab jeden Sterns. So dürften sich interstellare Teilchen mit einer dicken Schicht aus gefrorenen Gasen überziehen, wenn sich in dichtere Regionen des interstellaren Gases geraten. Und wenn sie danach einem heißen Stern begegnen, verändert sich ihr Eispanzer unter der harten ultravioletten Strahlung: Komple-

xe organische Moleküle können entstehen – die beim Einbau in Kometenkerne erhalten blieben.

Und so kommt vielleicht doch die Biologie ins Spiel: Daß Kometen bei der Entstehung des Lebens auf der Erde eine Rolle gespielt haben könnten, ist seit den Erkenntnissen der Halley-Sonden eher wahrscheinlicher geworden. Zwar schließen diese Daten aus, daß komplette Bakterien in Kometenkernen durch den Raum ziehen. Aber „die Klassen von Substanzen, die wir in Kometenstaub vermuten,“ so die Quintessenz der Messungen von PUMA-1, „sind reaktionsfreudig, vor allem in warmem Wasser“. Und Kometenstaub mit seiner filigranen Struktur wäre ein geradezu ideales Vehikel, um diese Substanzen auf der jungen Erde zu landen und bis zum Einsetzen präbiotischer chemischer Reaktionen zusammenzuhalten. Dieses Szenario ist noch Spekulation, aber die Erkenntnisse in den Jahren nach den Halley-Besuchen ließen rasch den Wunsch nach einer noch viel systematischeren Untersuchung von Kometenstaub aufkommen. Das Rosetta-Experiment COSIMA ist die Antwort.

2 Die Geschichte des Experiments COSIMA

Die Entwicklung des COSIMA-Experiments begann bereits 1992 mit einer Vorstudie der ESA zu einer neuen Kometenmission Rosetta. Dr. Kissel, damals noch am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg, wurde aufgefordert, der ESA das Konzept eines Staubspektrometers zu Studienzwecken zur Verfügung zu stellen. Zu dieser Zeit gab es bei vH&S bereits ein fertig entwickeltes Spektrometerexperiment CoMA, das auf der leider 1991 abgebrochenen NASA-Mission CRAF fliegen sollte. Unter mehreren Kandidaten wählte die ESA im September 1993 Rosetta als Gewinner aus, und definierte diese Mission als neue „Cornerstone Mission“ des ESA-Programmes. Um die deutsche Kostenlast für die Experimententwicklung zu verringern, besuchte Dr. Kissel im Juni 1994 mehrere wissenschaftliche Institute im In- und Ausland, sammelte extern finanzierte Beiträge zum Instrument, und reichte bei der ESA einen Experimentvorschlag COSIMA als Nachfolge zu CoMA ein. Der Auftrag an vH&S zum Bau des COSIMA-Flugmodells erfolgte

im Jahr 1998, und das endgültige Fluginstrument wurde im Juli 2002 abgeliefert.

Der Komet Churyumov-Gerasimenko wird bei der Ankunft Rosettas noch ininigem Sonnenabstand befinden (4 1/2 Astronomische Einheiten oder 670 Mio. km): Rosetta wird den Kometen dann bei seiner Reise in Richtung Sonne verfolgen. In dieser Phase wird sich der Kometenkern an der Oberfläche aufheizen, wobei Gase und feste Partikel, vor allem Eis und Staub, aus seiner Oberfläche freigesetzt werden und die Koma bilden. Dies ist die Projektphase, in der COSIMA Staubpartikel sammeln und analysieren wird, eines nach dem anderen. Die Staubteilchen bleiben auf der porösen Oberfläche kleiner Metallsubstrate, sogenannter Targets, haften, die dem Weltraum ausgesetzt werden. Im Instrument werden die gesammelten Staubteilchen auf den Targets zunächst mit Hilfe einer Mikroskopkamera lokalisiert. Anschließend werden die Targets mit Hilfe eines ausgeklügelten Massenspektrometers auf ihre chemische Zusammensetzung hin analysiert. Die hierbei gewonnenen Massenspektren werden als Rohdaten zur Erde gefunkt, wo sie aufbereitet und wissenschaftlich ausgewertet werden.

3 Wie COSIMA im Detail funktioniert

Siehe hierzu die folgende Funktionsübersicht:

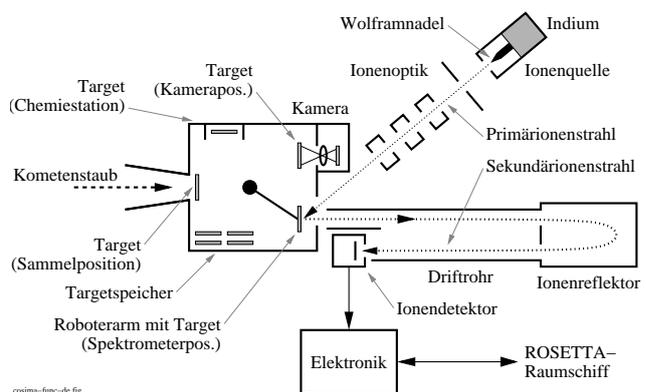


Abbildung 4: COSIMA Funktionsübersicht. Diese zeigt schematisch die wesentlichen Baugruppen von COSIMA, die verschiedenen Analysepositionen, und die Bahnen der primären und sekundären Ionen.

3.1 Die Staubsammeleinheit

Die Staubsammeleinheit hält 24 Targets auf Vorrat. Ein miniaturisierter Roboterarm bringt ein ausgewähltes Target entweder nach draußen zum Sammeln, oder in eine von mehreren Analysepositionen, wo die Untersuchung des eingefangenen Staubes erfolgt. Die Targets sind aus verschiedenen hochreinen Metallen hergestellt, an der Oberfläche zum Einfangen von Staub präpariert, und unter extremen Reinheitsbedingungen im Reinraum von vH&S in COSIMA montiert. Natürlich muß vermieden werden, daß mitgebrachter Staub von der Erde später für Kometenstaub gehalten wird. Zusätzlich untersucht COSIMA noch kurz vor dem Sammeln des Kometenstaubs alle Targets auf eventuelle Verunreinigungen, und reinigt sie mit einem Ionenstrahl (s. u.).

3.2 Die Kamera

Wenn ein Target genug Staub gesammelt hat, bringt es der Roboterarm der Staubsammeleinheit zunächst vor das Objektiv einer digitalen Mikroskopkamera. Mehrere Leuchtdioden beleuchten die Targetoberfläche im Streiflicht, so daß die Staubkörner durch ihre langen Schatten erkennbar werden. Die Kamera berechnet zu jedem gefundenen Staubteilchen gleich dessen Ort auf dem Target.

3.3 Die Chemiestation

In einer weiteren Analyseposition kann das Target aufgeheizt werden. Hier wird untersucht, wie sich die Staubteilchen bei Erwärmung verändern.

3.4 Das Massenspektrometer

Die wichtigste Analyseposition gehört zum Massenspektrometerteil von COSIMA. Hier wird das Target mit wenigen Nanosekunden kurzen Impulsen aus einer Ionenquelle beschossen. Trifft dieser primäre Ionenstrahl auf ein Staubteilchen, schlägt er Sekundärionen heraus. Diese werden durch elektrische Felder beschleunigt und legen eine feste Distanz in einem vergoldeten Driftrohr zurück, werden durch elektrische Felder in einem Reflektor zurückgelenkt, und durchlaufen das gleiche Driftrohr ein zweites Mal. Dieser doppelte Weg reduziert die Baulänge von COSIMA und

erhöht zusätzlich die erzielbare Massenauflösung. Am Ziel wird der Sekundärionenstrahl durch einen hochempfindlichen Ionendetektor aufgefangen. Alle Ionen erhalten am Anfang die gleiche Energie. Dadurch fliegen schwerere Ionen langsamer als leichte, so daß leichte Ionen früher als schwere am Ziel eintreffen.

Damit entspricht der Zeitverlauf des Signals am Ionendetektor direkt dem Massenspektrum des Staubteilchens: Man spricht von einem Time-of-Flight- oder Flugzeit-Massenspektrometer genannt, und weil COSIMA die Sekundärionen mißt, ist es ein „ToF-SIMS“ oder Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometer. Dieses Meßprinzip besitzt eine hohe Auflösung, ist gut überschaubar, extrem zuverlässig, und damit ideal geeignet, automatisch ohne Bedienpersonal vor Ort Messungen durchzuführen: alles Voraussetzungen, die es für die Raumfahrt prädestinieren. Das Spektrometer kann Elementmassen im Bereich von 1 bis 4000 AMU bestimmen, bei einer relativen Massenauflösung von 3000 (bei 13 AMU). Die Firma von Hoerner & Sulger besitzt dank PUMA, PIA und CIDA langjährige Erfahrung mit diesem Spektrometertyp.

3.5 Die Indiumquellen des Massenspektrometers

Als Ionenquellen verwendet COSIMA zwei Flüssigmetall-Emitter, die mit dem Element Indium gefüllt sind. Dieses Metall hat einen niedrigen Schmelzpunkt und kann durch ein kleines Heizelement leicht verflüssigt werden. Das flüssige Indium kriecht entlang einer Wolframnadel zu dessen Spitze. Dort zieht ein elektrisches Feld Indiumionen ab, so daß ein feiner Indiumstrahl entsteht. Dieser wird durch Ionenoptiken gebündelt und in kurze Pulse zerhackt. Schließlich trifft der Indiumstrahl das Target mit dem zu untersuchenden Kometenstaub. Eine zweite Indiumquelle mit separater Ionenoptik wird zur Reinigung der Targetoberflächen durch „Sputtering“ verwendet. Sie dient auch als Ersatzquelle (Redundanz), falls die Hauptionenquelle ausfallen sollte.

3.6 Die Elektronik COSIMAs

Zur Realisierung aller beschriebenen Funktionen enthält COSIMA eine große Zahl elektronischer Komponenten, verteilt auf 32 eng gepackte gedruckte

Schaltungen. Viele Präzisions-Hochspannungsgeneratoren stellen sicher, daß die Ionen auf exakt vorgegebenen Flugbahnen bleiben und ihren Weg zum Ionendetektor finden. Die Flugzeiten der Ionen werden mit Nanosekundengenauigkeit durch eine Hochgeschwindigkeitselektronik gemessen. Ein schneller Signalprozessor steuert und überwacht alle Funktionen und stellt die Datenverbindung zur Raumsonde her. Das gesamte COSIMA Experiment verbraucht im Normalbetrieb dennoch weniger als 20 Watt Leistung; es wird von der Raumsonde mit einer einzigen Spannung (28 V) versorgt und erzeugt sich alle intern erforderlichen Betriebsspannungen selbst. Das komplette COSIMA-Experiment wiegt knapp 20 kg.

3.7 Zuverlässigkeitsaspekte beim Bau von COSIMA

Bei der Entwicklung eines solchen komplexen Systems spielt die Zuverlässigkeit und Robustheit unter extremen Weltraumbedingungen natürlich eine große Rolle. Zu den enormen Schwankungen der Umgebungstemperatur je nach Entfernung von der Sonne kommt die im Weltraum überall vorhandene radioaktive Strahlung. Bauteile können wegen der fehlenden Atmosphäre nicht durch Lüfter gekühlt werden (wie dies auf der Erde z. B. einfach in jedem PC erfolgt). Eine weitere kritische Randbedingung für alle Experimente der Rosetta Mission ist auch, daß die wichtige Betriebsphase erst in über zehn Jahren sein wird. Daher müssen für alle Systeme besonders zuverlässige und langlebige Bauteile verwendet werden. Die Firma vH&S hat auf den Bau des Instruments und die Komponentenauswahl besonders große Sorgfalt verwendet. Zum Beispiel wurden mehrere in COSIMA verwendete Bauteile eigens von vH&S mit der Hilfe der ESTEC auf ihre Strahlungstauglichkeit hin untersucht. Es fliegt sogar ein kleiner Strahlungssensor in COSIMA mit, um die eintreffende Weltraumstrahlung zu protokollieren; sozusagen ein Experiment im Experiment.

4 Firmenprofil von vH&S

Die Firma von Hoerner & Sulger ist ein unabhängiges mittelständisches Unternehmen („KMU“) mit Sitz in Schwetzingen, gegründet im Jahr 1971 von Frau

Dr. Hanna von Hoerner. Neben Sonderentwicklungen für die Medizintechnik und industrielle Anwendungen sind Instrumentensysteme für die wissenschaftliche Raumfahrt eine Spezialität der Firma. Mit ca. 20 Mitarbeitern hat vH&S schon mehr als 15 Raumfahrtinstrumente als Hauptauftragnehmer entwickelt und gebaut. Hinzu kommen eine Vielzahl von ballistischen Raketenexperimenten und wissenschaftlichen Studien für die Raumfahrt.

Laufende vH&S-Projekte umfassen die Entwicklung von UV-Strahlungsdetektoren für die Universität Bonn, die auf dem NASA-Satelliten TWINS fliegen werden, die Entwicklung und den Bau eines digitalen Echtzeit-Videosystems für robotische Anwendungen (ROKVISS) auf der Internationalen Raumstation und eine Technologiestudie im Auftrag der ESA für einen Minirover zur Erkundung der Marsoberfläche. Schon eine Weile im Orbit sind vH&S-Entwicklungen für den Astronomiesatelliten SWAS und den Sonnenforschungssatelliten SOHO: Heute ist die Firma vH&S mit ihren 20 Mitarbeitern aus den deutschen Aktivitäten im Bereich der Weltraumforschung nicht mehr wegzudenken.

4.1 Kontaktadresse und Ansprechpartner bei vH&S

von Hoerner & Sulger GmbH
Schlossplatz 8
D-68723 Schwetzingen

Tel.: (+49) 62 02 / 57 56-0
Fax: (+49) 62 02 / 57 56-55
Web Site: <http://www.vh-s.de>

Dr. Hanna von Hoerner, Geschäftsführerin
Tel.: (+49) 62 02 / 57 56-12
Tel. (mobil): (+49) 1 72 / 6 00 96 77
E-Mail: vonhoerner@vh-s.de

Dr. Hartmut Henkel
Tel.: (+49) 62 02 / 57 56-16
Tel. (mobil): (+49) 1 74 / 3 04 55 03
E-Mail: henkel@vh-s.de

5 Bilder zum Download

Die Originale der folgenden Bilder mit hoher Auflösung können über die angegebenen Links von der

vH&S Homepage heruntergeladen werden.

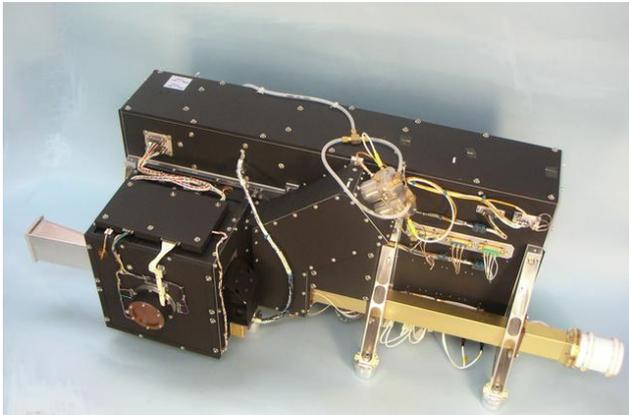


Abbildung 5: Photo 1 des COSIMA Flugmodells.

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/cosima-fm-a.jpg>



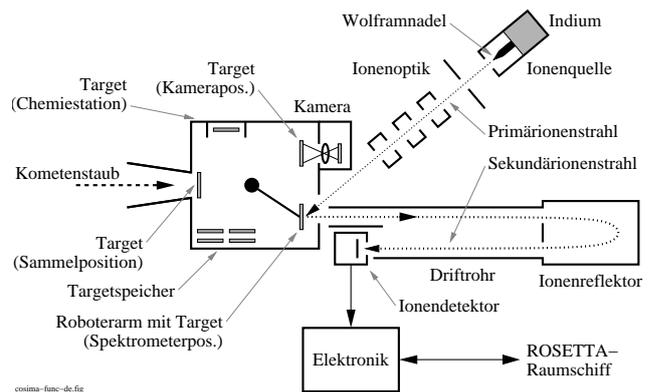
Abbildung 7: Photo 3 des COSIMA Flugmodells.

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/cosima-xm-b.jpg>



Abbildung 6: Photo 2 des COSIMA Flugmodells.

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/cosima-xm-a.jpg>



cosima-func-de.fig

Abbildung 8: COSIMA Funktionsübersicht.

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/cosima-func-de.pdf>



Abbildung 9: Blick in den vH&S Reinraum, während der Instrumentkalibration. Die COSIMA Elektronik-Box ist in der Bildmitte. Rechts im Bild: Dipl.-Ing. Andreas Koch (vH&S) beim Bedienen der Testapparatur.

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/xm-020228.jpg>

6 Weitere Informationen aus dem Internet

Homepage der Rosetta Mission

<http://rosetta.esa.int>

Homepage von vH&S

<http://www.vh-s.de>

COSIMA Projektseite bei vH&S

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/cosima.html>

CIDA Projektseite bei vH&S

<http://www.vh-s.de/projects/cida-stardust/cida.html>

CIDA Pressemitteilung vom 29.1.2003

<http://www.vh-s.de/projects/cida-stardust/press/cida-031229-de.pdf>
<http://www.vh-s.de/projects/cida-stardust/press/cida-031229-de.html>

Homepage des MPAe, Katlenburg-Lindau

<http://www.linmpi.mpg.de>

Homepage des MPE, Garching

<http://www.mpe.mpg.de>

Informationen zu COSIMA beim FMI

<http://www.geo.fmi.fi/PLANETS/Cosima.html>

Homepage von Arianespace

<http://www.arianespace.com>

Homepage der ESA

<http://www.esa.int>

7 Glossar

CHON	Carbon-Hydrogen-Oxygen-Nitrogen
CIDA	Cometary and Interstellar Dust Analyzer
COSIMA	COMetary Secondary Ion Mass Analyzer
CRAF	Comet Rendezvous & Asteroid Flyby
ESA	European Space Agency
FMI	Finnish Meteorological Institute
MPAe	Max-Planck-Institut für Aeronomie
MPE	Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik
NASA	National Aeronautics & Space Administration
JPL	Jet Propulsion Lab
PIA	Particulate Impact Analyzer
SIMS	Secondary Ion Mass Spectrometer
TOF	Time-Of-Flight (Massenspektrometer-Prinzip)
vH&S	von Hoerner & Sulger GmbH

8 URL dieser Pressemitteilung

Diese Pressemitteilung finden Sie als PDF-Dokument unter folgender URL:

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/cosima-040216-de.pdf>

und als HTML-Dokument unter folgender URL:

<http://www.vh-s.de/projects/cosima/press/cosima-040216-de.html>

Rev. 1.45 (2004-02-24)