

Beteiligung des Instituts an Weltraummissionen und bodengebundenen Forschungsvorhaben

Forschungsinfo I/2005

Vorbemerkung: Dieses Infoblatt beinhaltet alle Projekte des Instituts seit etwa 1960, das bis zu seiner Umbenennung am 1.7.2004 den Namen Max-Planck-Institut für Aeronomie (MPAE) trug.

Forschungsprojekte zur Erkundung der Atmosphäre, Ionosphäre und Magnetosphäre der Erde

1. Bodengebundene Forschungen

SOUSY

SOUSY (SOUnDing SYstem) war Vorbild für viele ähnliche Radarsysteme auf der ganzen Welt. Seit 1977 gab es eine feste Anlage im Sperrluttertal im Harz und eine mobile Anlage, die an verschiedenen Orten, zuletzt auf Spitzbergen, eingesetzt wurde. Gemessen wurden Windgeschwindigkeiten und Turbulenzen in der Atmosphäre.

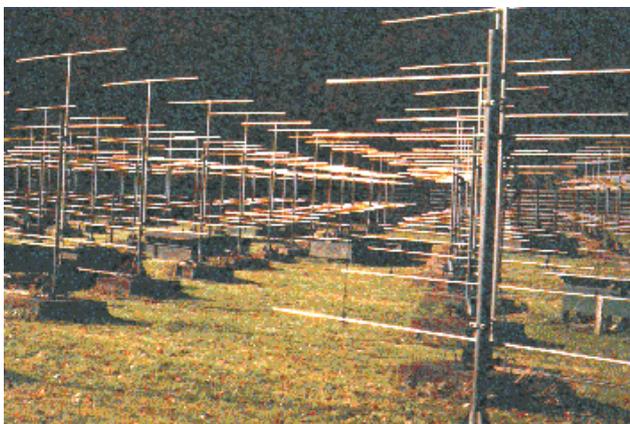


Abb. 1: Die Antennen der SOUSY-Radaranlage im Sperrluttertal

STARE

(Scandinavian Twin Auroral Radar Experiment) Mit dieser 140 MHz-Radaranlage wurden seit 1976 großräumige Bewegungsvorgänge und Plasmaprozesse in der polaren Ionosphäre erforscht. Die beiden Anlagen in Finnland und Norwegen ermöglichten eine stereoskopische Registrierung.

HEATING

Mit dieser Anlage, die 1980 bei Tromsø in Norwegen aufgebaut wurde, kann die Ionosphäre mit Radiowellen hoher Leistung modifiziert werden. Untersucht wurden u. a. Plasmainstabilitäten, Aufheizeffekte, die

Erzeugung von künstlichem Polarlicht und die Modulation von Stromschichten in der Ionosphäre.

EISCAT

(European Incoherent Scatter Association) ist weltweit eine der leistungsfähigsten Radaranlagen zur Erforschung der Ionosphäre zwischen 90 km und 1500 km Höhe, mit der mehrere Parameter des Ionosphärenplasmas gleichzeitig gemessen werden können. Über Deutschland als Mitgliedsland hat das MPAE/MPS Anteil an diesen Forschungen.

2. Satellitengestützte Forschungen

AZUR (Deutschland)

Erster deutscher Forschungssatellit, Startgewicht 81,7 kg. Plan zum Bau 1961, Beschluß 1964, Vorbereitungen seit 1965, Start in eine elliptische, polare Erdumlaufbahn am 8. Nov. 1969 von Vandenberg (Kalifornien) aus mit einer Scout-Rakete. Am 29. Juni 1970 fiel die Datenübermittlung aus.

MPAE-Beteiligung: Teilchenzähler für Elektronen und Protonen. Der verantwortliche Projektleiter für AZUR war Dr. E. Keppler vom MPAE.



Abb. 2: Teilchenzähler auf dem ersten deutschen Forschungssatelliten AZUR. Dieses Gerät wurde am MPAE entwickelt und gebaut und begründete die lange Erfahrung auf dem Gebiet der Teilchenmessungen im Weltraum.

GEOS-1(ESA)

(Geostationary Earth Orbital Satellite) Vorbereitungen seit 1973, Start mit einer Delta-2914-Rakete am 20. April 1977, gelangte in einen hochelliptischen Erdbit und lieferte 14 Monate lang Daten.

MPAE-Beteiligung: Spektrometer zur Bestimmung der Richtungs- und Energieverteilung mittelenergetischer Elektronen und Protonen.

ISEE-1 und -2 (NASA und ESA)

(International Sun Earth Explorer) Vorbereitungen seit 1974, Start beider Satelliten mit einer Rakete am 22. Okt. 1977 von Cape Canaveral aus. Die Satelliten bewegten sich auf stark elliptischen Bahnen nah beieinander (ISEE-2 war manövrierbar) und verglühten am 26. Sept. 1987 in der Atmosphäre.

MPAE-Beteiligung: Je ein Elektronen-Protonen-Spektrometer auf beiden Satelliten; das Instrument auf ISEE-1 fiel 1980 aus. Außerdem gab es durch Stellenwechsel eines Forschers eine Beteiligung an einem Massenspektrometer für energiereiche Ionen auf ISEE-1.

GEOS-2 (ESA) (siehe auch GEOS-1)

Vorbereitungen seit 1977, Start mit Delta-2914-Rakete am 14. Juli 1978, gelangte in einen quasi-synchronen Erdorbit. Defekt in der Stromversorgung; 4 Instrumente (von 7) lieferten 2 Jahre lang Daten. Das Lindauer Instrument (wie auf GEOS-1) arbeitete einwandfrei.

AMPTE (Deutschland, USA und UK)

(Active Magnetospheric Particle Tracer Explorer) Internationale Mission mit 3 Satelliten. Vorbereitungen seit 1977, Start von AMPTE-IRM (Ion Release Modul) am 16. Aug. 1984 und von AMPTE-CCE (Charge Composition Explorer) am 27. Aug. 1984.

MPAE-Beteiligung: 2 Teilcheninstrumente, auf AMPTE-IRM an MSIS (Mass Separation Ion Spectrometer) und auf AMPTE-CCE an CHEM-MICS (Charge-Energy-Mass Magnetospheric Ion Composition Spectrometer).

VIKING (Schweden)

Der Satellit sollte die Polarlichter erforschen. Vorbereitungen seit 1979, Start am 22. Febr. 1986 in Kourou. MPAE-Beitrag: Komponenten des Ionen-Spektrometers MICS.

WIND (NASA)

Satellit zur Erforschung des Sonnenwindes. Vorbereitungen seit 1979, Start am 1. Nov. 1994. MPAE-Beitrag: Komponenten des Solar Wind Ion Composition Spectrometer SWICS.

POLAR (NASA)

Vorbereitungen seit 1979, Start am 24. Febr. 1996.

MPAE-Beitrag: Komponenten von CAMMICE/MICS (Charge And Mass Magnetospheric Ion Composition Experiment), CEPPAD (Comprehensive Energetic Particle Pitch Angle Distribution experiment) und des 3D-Elektronen-Ionen-Plasma-Instruments HYDRA.

CRRES (US-Luftwaffe und NASA)

(Combined Release and Radiation Effects Satellite) Satellit zur Erforschung der Strahlungsgürtel der Erde. Vorbereitungen seit 1984, Start 25. Juli 1990.

MPAE-Beitrag: Komponenten der Teilcheninstrumente MICS und MEB (MicroElectronics Package).

GEOTAIL (Japan und NASA)

Satellit zur Erforschung des Schweifes der Erdmagnetosphäre. Vorbereitungen seit 1985, Start am 24. Juli 1992.

MPAE-Beitrag: Komponenten des Teilcheninstruments HEP-LD (High Energy Particle Low energy particle Detector experiment).

CLUSTER (ESA)

Vier baugleiche Satelliten zur Erforschung der Erdmagnetosphäre. Vorbereitungen seit 1987; fehlgeschlagener Start (Sprengung) mit einer Ariane-5-Rakete am 4. Juni 1996 von Kourou aus.

MPAE-Beteiligung am Bau von 2 (x4) Teilcheninstrumenten: RAPID (Research with Adaptive Particle Imaging Detectors) und CIS (Cluster Ion Spectrometer).

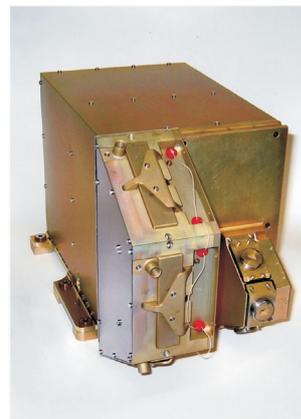


Abb. 3: Instrument RAPID auf CLUSTER

FREJA (Schweden)

Fortsetzung der VIKING-Experimente. Vorbereitungen seit 1987, Start am 6. Okt. 1992 mit einer chinesischen Rakete.

MPAE-Beitrag: Komponenten des Teilcheninstruments TESP (Two-dimensional Electron SPectrometer).

ASTRID-1 (Schweden)

Benannt nach der Kinderbuch-Autorin Astrid Lindgren. Start am 24. Jan. 1995.

MPAE-Beteiligung am Bau des UV-Photometers MIO (Miniature Imaging Optics).

ASTRID-2 (Schweden)

Start am 10. Dez. 1998 mit einer Kosmos-3M-Rakete von Plesetsk/Russland aus.

MPAE-Beteiligung an der aus 3 Photometern bestehenden Instrumentengruppe PIA (Photometers for Imaging the Aurora).

EQUATOR-S (Deutschland)

Satellit zur Erforschung des Einflusses des Sonnenwinds auf die Erdmagnetosphäre mit elliptischer, äquatorialer Umlaufbahn. Vorbereitungen seit 1994, Start am 2. Dez. 1997 mit einer Ariane-4-Rakete.

MPAE-Beteiligung am Bau des Teilcheninstruments ESIC (Equator-S Ion Composition instrument) und des Magnetfeld-Experiments MAM.

CLUSTER II (ESA) (siehe auch CLUSTER)

Rascher Nachbau der Mission CLUSTER. Vorbereitungen seit 1996, Start von je 2 Satelliten am 16. Juli 2000 („Salsa“ und „Samba“) und am 9. August 2000 („Rumba“ und „Tango“) mit russischen Raketen von Baikonur/Kasachstan aus.

MPAE-Beteiligung wie bei CLUSTER.

3. Bemannte Weltraumflüge.

SPACELAB 1 (NASA und ESA)

Vorbereitungen seit 1977. Start des in Deutschland gebauten Weltraumlabor mit der Raumfähre „Columbia“ am 28. Nov. 1983 vom Kennedy Space Center/Florida aus. Landung am 8. Dez. 1983 auf der Edwards Air Force Base/Kalifornien. Zur 6-köpfigen Besatzung gehörte der deutsche Nutzlast-Spezialist Dr. Ulf Merbold.

MPAE-Beitrag: ein Messgerät zur Untersuchung schneller Elektronen in der Ionosphäre der Erde (Elektronenspektrometer und Magnetometer).

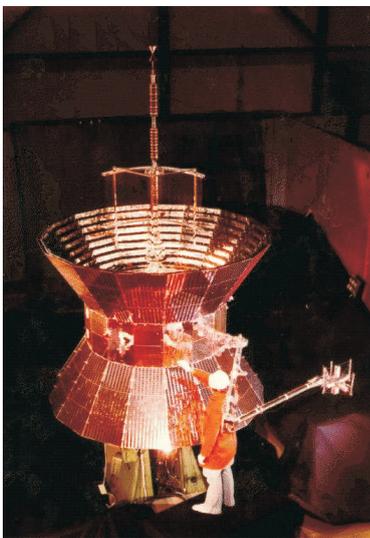


Abb. 4: Raumsonde HELIOS und MPAE-Logo

Missionen zur Erforschung der Sonne und der Heliosphäre

1. Raumsonden-Missionen

HELIOS-1 (Deutschland und USA)

Vorbereitungen seit 1970, Start am 10. Dez. 1974 von Cape Kennedy/Florida aus. Die Sonde näherte sich der Sonne auf einer elliptischen Umlaufbahn bis auf 0,3 AE (1 AE = Abstand Sonne-Erde = 150 Millionen km). Die Sonde hatte eine Lebensdauer von mehr als 11 Jahren.

MPAE-Beitrag: 2 Teilcheninstrumente (E1 und E8). Das MPAE wählte für sein Logo die „Garnrollen“-Form der Raumsonde.

HELIOS-2 (Deutschland und USA)

Vorbereitungen seit 1970, Start am 15. Jan. 1976. Die Sonde näherte sich der Sonne auf einer ellipt. Umlaufbahn bis auf 0,29 AE. Lebensdauer 4 Jahre.

MPAE-Beitrag: 2 Teilcheninstrumente (E1 und E8).

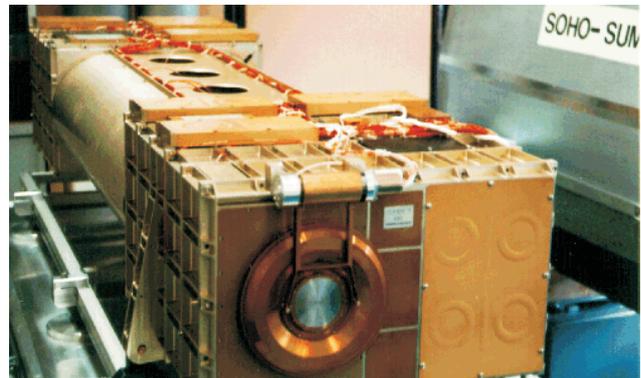


Abb. 5: Ultravioletspektrometer SUMER auf der Raumsonde SOHO

ULYSSES (ESA und NASA)

Die Sonde hat 1992 nach einem Swing-by mit Jupiter die Ekliptik verlassen und überfliegt die Sonnenpole. Vorbereitungen seit 1978, Start am 6. Okt. 1990 aus der Ladeluke der Raumfähre „Discovery“ heraus.

MPAE-Beteiligungen, zum Teil in führender Position, am Bau von 3 Teilcheninstrumenten: EPAC (Energetic PArticles Composition instrument), GAS (interstellar neutral GAS experiment) and SWICS.

SOHO (ESA und NASA)

Die Sonde befindet sich im Orbit um den Lagrangepunkt 1 zwischen Erde und Sonne (1,5 Millionen km Abstand von der Erde). Vorbereitungen seit 1987, Start am 2. Dez. 1995. 1998 mehrere Monate außer Kontrolle.

Wesentliche MPAE-Beteiligungen am Bau des UV-Spektrometers SUMER (Solar Ultraviolet Measurements of Emitted Radiation), des Koronagraphen LASCO (Large Angle and Spectrometric CORonagraph) und des Teilcheninstruments CELIAS (Charge, Element and Isotope Analysis System).

STEREO (NASA)

Um Ursprung und Wirkungen von koronalen Massenauswürfen der Sonne besser beschreiben zu können, sollen mit zwei Raumsonden 3D-Bilder der Sonne gewonnen werden. Vorbereitungen seit 1999, Start voraussichtlich Dez. 2005.

MPS-Beteiligungen am Bau der Instrumente SECCHI (Sun Earth Connection Coronal and Heliospheric Investigation) und IMPACT (In-situ Measurements of PArticles and Coronal mass ejection Transients).

SOLAR ORBITER (ESA)

Geplante Annäherung an die Sonne auf elliptischer Umlaufbahn bis auf 0,20 AE. Start voraussichtlich im Okt. 2013 mit einer russischen Rakete von Kourou aus.

Die Mission beruht auf einem Vorschlag des MPS. MPS-Beteiligungen am Bau der Instrumente EUS (Extreme Ultraviolet imaging Spectrograph) und VIM (Visible light Imager and Magnetograph).

2. Ballongestützte Missionen

SUNRISE (DLR, NASA und Spanien)

Das unter Leitung des MPS im Bau befindliche 1-Meter-Teleskop SUNRISE wird an einem Ballon 40 km über der Antarktis hochaufgelöste Bilder der Sonne liefern und die Struktur des Magnetfelds in den oberflächennahen Schichten untersuchen. Das mit aktiver Bildstabilisierung und Nachfokussierung ausgestattete Instrument soll 2008 erstmals eingesetzt werden.

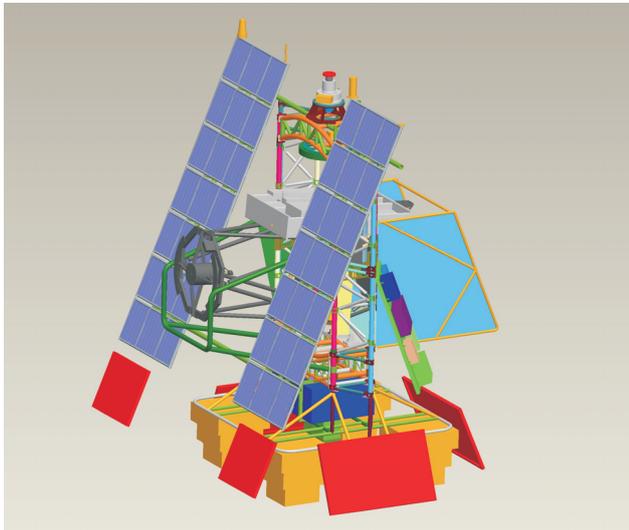


Abb. 6: Modell des Ballon-Teleskops SUNRISE

Missionen zur Erforschung anderer Planeten

1. Raumsondengestützte Missionen

GALILEO (NASA)

Benannt nach Galileo Galilei. Mission (Orbiter + „Lande“-Sonde) zur Erkundung des Jupiter und seiner Monde. Vorbereitungen seit 1977, Start am 18. Okt. 1989. Vorbeiflüge an den Asteroiden Gaspra und Ida (Entdeckung des Mondes Dactyl), Eintauchen der Landesonde in die Jupiteratmosphäre am 7. Dez. 1995. Die Mission endete am 21. Sept. 2003 mit dem geplanten Sturz des Orbiters in den Jupiter.

MPAE-Beteiligungen am Bau des Teilcheninstruments EPD und des Blitzdetektors LRD.

PHOBOS I (UdSSR)

Mission zum größeren Marsmond Phobos, bestehend aus einem Marsorbiter und je einem Lander und Hopper für Phobos. Vorbereitungen seit 1980, Start am 7. Juli 1988. Auf dem Weg zum Mars ging am 2. Sept. 1988 der Funkkontakt verloren.

MPAE-Beteiligung am Bau von 4 Teilcheninstrumenten: TAUS, ESTER-LET (- Low Energy Telescope), ESTER-SLED (- Solar Low Energy Detector) und SOWICOMS (SOLar WInd COMposition and Mars Spectrometer).

PHOBOS II (UdSSR)

Weitgehend identisch mit PHOBOS I. Vorbereitungen seit 1980, Start am 12. Juli 1988. Die Marsumlaufbahn wurde am 29. Jan. 1989 erreicht; bei der 2. Annäherung an Phobos am 27. März 1989 ging der Funkkontakt verloren.

MPAE-Beteiligung wie bei PHOBOS I. Die Instrumente arbeiteten bis zum vorzeitigen Missionsende erfolgreich.

MARS-96 (Russland)

Erste Planungen als MARS-94. Vorbereitungen seit 1988, missglückter Start (Absturz ins Meer) am 16. Nov. 1996.

MPAE-Beteiligungen am Bau von einem Teilcheninstrument (SLED-2), einem kombinierten Elektronenspektrometer/Magnetometer (MAREMF, MARs Electron and Magnetic Field experiment), einem Langwellenradar-Experiment (LWR) und einem UV-Spektrometer (UVS-M).

CASSINI/HUYGENS (NASA/ESA)

Saturn-Orbiter CASSINI der NASA und Titan-Lander HUYGENS der ESA, benannt nach zwei Wissenschaftlern des 17. Jhdts. Vorbereitungen seit 1990, Start am 15. Okt. 1997, Ankunft am Saturn am 1. Juli 2004, Landung von HUYGENS auf dem Saturnmond Titan am 14. Jan. 2005.

MPAE-Beteiligungen am Bau des Teilcheninstruments MIMI-LEMMS (Magnetospheric IMaging Instrument Low Energy Magnetospheric Measurement System), des UV-Spektrometers UVIS-HDAC (Ultra Violet Imaging System Hydrogen Deuterium Absorption Cell) und des Kamerasystems DISR (Descent Imager/Spectral Radiometer).

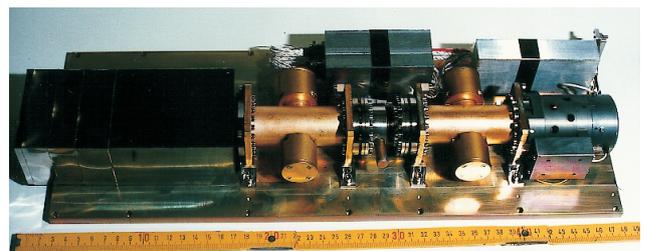


Abb. 7: UV-Spektrometer UVIS-HDAC auf der Raumsonde CASSINI

MARS PATHFINDER (NASA)

Mars-Landemission (Carl Sagan Memorial Station und Rover „Sojourner“). Vorbereitungen seit 1992, Start am 4. Dez. 1996 mit einer Delta II-Rakete vom Kennedy Space Center/Florida aus. Erfolgreiche Landung am 4. Juli 1997 im Ares Vallis auf dem Mars (ca. 19° N, 34° W). Die Funkverbindung endete am 27. Sept. 1997.

MPAE-Beteiligung am Bau der Stereokamera IMP (Imager for Mars Pathfinder), die mehr als 16500 Bilder lieferte.



Abb. 8: Aufnahme des Mars Rover „Sojourner“ am Marsfelsen „Yogi“ mit der Stereokamera IMP

MARS POLAR LANDER (NASA)

Mars-Landemission und zwei in den Boden eindringende Mikrosonden (Deep Space 2). Vorbereitungen seit 1995, Start am 3. Jan. 1999, missglückte Landung und Verlust am 3. Dez. 1999.

MPAE-Beteiligungen an den Kameras SSI (Surface Stereo Imager) und RAC (Robotic Arm Camera).

MARS EXPRESS (ESA)

Mars-Orbiter mit Landesonde „Beagle 2“, die bei der Landung am 25. Dez. 2003 verlorenging. Der zweite Namensbestandteil bezieht sich auf die rasche Bauzeit. Vorbereitungen seit 1998, Start am 2. Juni 2003 von Baikonur aus, Eintritt in den Mars-Orbit am 25. Dez. 2003.

MPAE-Beteiligungen an dem Teilcheninstrument ASPERA-3 (Analyzer for Space Plasmas and Energetic Atoms) und an dem Radarsystem MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding) auf dem Orbiter sowie an dem Mikroskop und dem Gasanalysator GAP (Gas Analysis Package) auf „Beagle 2“.

SMART1 (ESA)

(Small Missions for Advanced Research in Technology) Mondmission mit vorwiegend technologischen Zielen (z. B. Einsatz eines Ionentriebwerks). Vorbereitungen seit 1999, Start am 27. Sept. 2003,

Mondorbit erreicht am 15. Nov. 2004. Am MPAE wurde auf der Grundlage eines käuflichen Laborgeräts das Instrument SIR (SMART-1 Infrared Spectrometer) entwickelt, mit dem eine mineralogische Karte der Mondoberfläche erstellt werden soll.

VENUS EXPRESS (ESA)

Orbiter-Mission. Viele Bauteile entsprechen der Mission Mars Express. Vorbereitungen seit 2002, Start voraussichtlich im Nov. 2005. MPS-Beteiligungen am Teilcheninstrument ASPERA-4 und an der Kamera VMC (Venus Monitoring Camera).

DAWN (NASA)

Mission zu den Asteroiden Ceres und Vesta. Vorbereitungen seit 2003, Start voraussichtlich Mai 2006, Vesta soll 2010, Ceres 2014 erreicht werden; jeder Asteroid soll ein Jahr lang erforscht werden. MPS-Beteiligung an der Framing Camera FC.

PHOENIX (NASA)

„Neuaufgabe“ der für 2001 geplanten und bereits fertiggestellten, dann aber gestrichenen Mars-Lander-Mission.

MPS-Beteiligung: Lander Robotic Arm Camera (LRAC), Teile des optischen Mikroskops der Instrumentengruppe Mars Environmental Compatibility Assessment (MECA).

BEPI COLOMBO (ESA und Japan)

Geplante Merkur-Mission mit zwei Orbitern, benannt nach dem italienischen Mathematiker Guiseppe Colombo (1920-1984). Start möglicherweise 2012. MPS-Beteiligungen an dem Laseraltimeter BELA sowie an den Plasmainstrumenten zur Messung geladener und neutraler Teilchen SERENA (auf dem planetararen Orbiter MPO) und MPPE (auf dem magnetosphärischen Orbiter MMO).

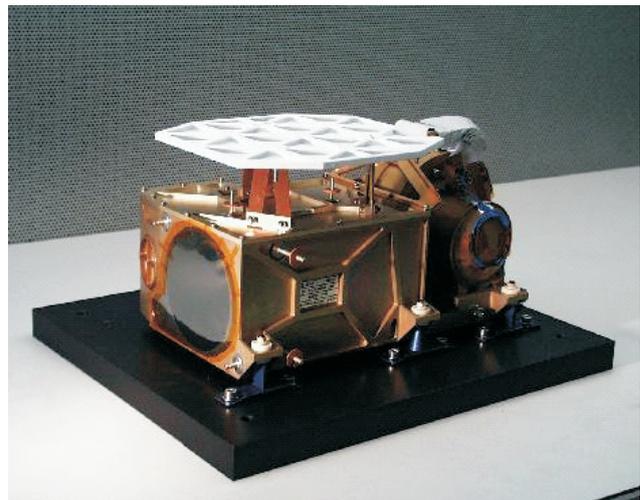


Abb. 9: Infrarot-Spektrometer SIR auf SMART1

2. Flugzeuggestützte Missionen

SOFIA (NASA und DLR)

(Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy) Teleskop mit 2,7m-Primärspiegel an Bord einer Boeing 747 SP. Das MPS liefert ein Chirp-Transform Spectrometer (CTS) für das Instrument GREAT (German REceiver for Astronomy at Terahertz frequencies) und möchte insbesondere Planetenatmosphären und Kometen untersuchen.

Missionen zur Erforschung von Kometen

GIOTTO

Benannt nach dem Maler Giotto di Bondone (um 1300). Vorbereitungen seit 1976, Start am 2. Juli 1985 mit einer Ariane-2-Rakete. Vorbeiflüge an den Kometen 1P/Halley (13. März 1986; 500 km Entfernung; erstes Kometenkernfoto) und 26P/ Grigg-Skjellerup (10. Juli 1992).

MPAE-Beteiligungen: Kamera HMC (Halley Multi-colour Camera) und die 4 Teilcheninstrumente PICCA (Positive Ion Cluster Composition Analyzer), IMS (Ionen-Massen-Spektrometer), IIS (Implanted Ion Sensor) und EPONA (Energetic Particle ONset Admonitor).



Abb. 10: Die HMC Kamera auf GIOTTO, die die ersten Bilder vom Kern eines Kometen (Halley) lieferte.

VEGA I

(Abkürzung von VEnera (russ. „Venus“) und GAlley (russ. „Halley“). Vorbereitungen seit 1980, Start am 15. Dez. 1984. Vorbeiflüge an der Venus (Juni 1985) und an 1P/Halley (6. März 1986; 10.000 km Entfernung).

MPAE-Beteiligungen: die 4 Teilcheninstrumente SOWICOMS, NGE (NeutralGas-Experiment), PLASMAG und TÜNDE.

VEGA II

Vorbereitungen seit 1980, Start am 21. Dez. 1984. Vorbeiflüge an der Venus (Juni 1985) und an 1P/Halley (9. März 1986; 3000 km Entfernung). MPAE-Beteiligung wie bei VEGA I.

ROSETTA

Benannt nach dem „Stein von Rosetta“. Die Mission besteht aus dem Rosetta-Orbiter und der Landesonde „Philae“. Vorbereitungen seit 1994, Start zum Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko am 2. März 2004. Das Absetzen der Landesonde auf dem Kometenkern ist für Ende 2014 geplant.

MPAE-Beteiligungen: Orbiter-Instrumente OSIRIS (Optical, Spectroscopic, and InfraRed Imaging Spectroscopic), ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis), MIRO (MICrowave spectrometer for the Rosetta Orbiter), COSIMA (COMetary Secondary Ion MASS spectrometer) und CONSERT (COMetary Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission), wesentliche Strukturelemente der Landesonde und die Lander-Instrumente COSAC (COMetary SAMpling and Composition experiment), ROMAP (ROsetta MAGnetometer and Plasmamonitor), PTOLEMY (ein Gasanalysator für leichte Elemente) und CONSERT.



Abb. 11: Der Rosetta-Lander „Philae“. Links, der „Vater“ des Landers Dr. Helmut Rosenbauer.

Bernd Wöbke