



Factsheet

BepiColombo

Die wissenschaftliche Erforschung des Sonnensystems ist eines der Hauptziele des Wissenschaftsprogramms der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Nach bahnbrechenden Missionen wie Cassini-Huygens (NASA/ESA-Mission zum Saturn), Mars-Express und Venus-Express (zu Mars und Venus) sowie Rosetta (zu Komet 67P) entwickelte die ESA die Mission BepiColombo zum innersten Planeten Merkur. Dies ist, nach den NASA-Missionen Mariner 10 (1974–1975) und MESSENGER (2004 gestartet), erst die dritte Mission, die zum Merkur führt. BepiColombo soll dazu beitragen, unser Verständnis dieses bisher am wenigsten erforschten Planeten zu verbessern sowie zusätzliche Informationen über Ursprung und Entwicklung unseres Sonnensystems zu gewinnen. Der Name der Mission geht auf den italienischen Wissenschaftler Giuseppe Colombo zurück, der das Konzept von planetaren Swing-by-Manövern einführte – eine heute in interplanetaren Raumfahrtmissionen häufig angewandte Technik.

Der Start der Mission ist geplant für Samstag, den 20. Oktober 2018 um 03:45h Schweizer Zeit und kann im Internet live verfolgt werden

(www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/Watch_BepiColombo_launch).

Die Mission BepiColombo

Die BepiColombo-Mission war bereits im Horizon2000-Programm der ESA eine der Hauptmissionen, deren Umsetzung aber erst 2009 bestätigt wurde. BepiColombo ist ein Zusammenarbeitsprojekt zwischen der ESA und der Japanese Aerospace Exploration Agency (JAXA).

Mit der Mission sollen die physikalischen Eigenschaften des Merkurs (Form, Inneres, Struktur, Zusammensetzung und Oberfläche), seine Exosphäre (d.h. seine sehr dünne Atmosphäre) und deren Interaktion mit dem Sonnenwind, die Magnetosphäre und die Ursprünge des magnetischen Feldes untersucht werden.

Die Raumsonde für die Mission besteht aus drei Komponenten: dem Transportmodul (*Mercury Transfer Module*, MTM), dem Fernerkundungsorbiter (*Mercury Planetary Orbiter*, MPO), dem Magnetosphärenorbiter (*Mercury Magnetospheric Orbiter*, MMO). Das MTM und der MPO wurden von der ESA entwickelt, den MMO steuerte die JAXA bei.

Nach ihrem Start an Bord einer Ariane 5 Trägerrakete vom Europäischen Raumfahrtzentrum (CSG) in Kourou in Französisch-Guayana werden die drei Komponenten gemeinsam auf einer interplanetaren Flugbahn während sieben Jahren mehrmals um die Sonne fliegen, bevor sie im Dezember 2025 den Planeten Merkur erreichen, um dort mit den wissenschaftlichen Messungen zu beginnen. Die Transferbahn umfasst mehrere Swing-by-Manöver nahe der Erde, der Venus und schliesslich auch des Merkurs. Vor der Ankunft werden die beiden Orbiter vom MTM getrennt, welches damit seine Aufgabe erfüllt hat, um dann auf zwei verschiedenen Umlaufbahnen zum Einsatz zu kommen: der MMO in einer stark elliptischen Umlaufbahn zur Erforschung der Magnetosphäre; der MPO in einer leicht kreisförmigen Umlaufbahn, in einer Höhe von 400 bis 1500 km über der Oberfläche, für

Analysen der Oberflächenbeschaffenheit, der Partikelumgebung und der Exosphäre. Aktuell ist die Dauer der wissenschaftlichen Mission auf der Merkurumlaufbahn auf ein Jahr festgesetzt, mit der Möglichkeit einer Verlängerung um ein weiteres Jahr.

Die grösste technische Herausforderung der BepiColombo-Mission sind die sehr hohen Temperaturen, denen die Raumsonde in der Nähe des Merkurs ausgesetzt ist. Aus diesem Grund wurden neuartige ingenieurtechnische Lösungen für das Temperaturmanagement des Satelliten und die Temperaturstabilität der Solarzellen entwickelt. In technologischer Hinsicht ist BepiColombo die erste ESA-Mission, die einen voll funktionsfähigen solarelektrischen Ionenantrieb (*Solar Electric Propulsion*, SEP) verwendet, um einen Wissenschaftssatelliten auf seine interplanetare Flugbahn zu bringen.

Die ESA wird die Mission und alle dazugehörigen Operationen vom Europäischen Satellitenkontrollzentrum (ESOC) im deutschen Darmstadt aus kontrollieren.

Auf dem MPO sind 11 wissenschaftliche Instrumente befestigt, darunter ein Laser-Höhenmesser, ein thermales Infrarot-Spektrometer, Gamma- und Röntgenspektrometer, eine Reihe von Teilchendetektoren und ein kombiniertes System aus -Stereokamera/Spektrometer im optischen und infraroten Wellenlängenbereich.

Schweizer Beiträge und Instrumente für BepiColombo

Die Schweizer Beiträge zu BepiColombo stecken sowohl in der eigentlichen Raumsonde als auch in den verschiedenen wissenschaftlichen Instrumenten. Der sichtbarste Beitrag der Schweizer Industrie zur Raumsonde ist das sogenannte MOSIF (*MMO Sunshield and Interface*), eine spezielle Struktur, die zuoberst auf dem MPO angebracht ist und den MMO umschliesst. Sie dient als mechanische und elektrische Schnittstelle sowie als Sonnenschutz für den MMO während der Transitphase. Das MOSIF wurde von RUAG Schweiz entwickelt und gebaut, die auch die Struktur für den MPO und die *Solar Array Drive Assemblies* (SADA) für den MPO und das MTM bereitgestellt hat. Weiter lieferte das Unternehmen Micro Cameras & Science Exploration (MCSE) in Neuenburg mehrere kleine Kameras, mit denen die Solarzellen des Raumschiffs überprüft werden. Zahlreiche Elemente der elektrischen Bodenausrüstung stammen von Clemessy AG in Basel. Der Transportbehälter für die Raumsonde schliesslich wurde von APCO Technologies in Aigle konstruiert.

Darüber hinaus beteiligt sich die Schweiz mit folgenden drei wissenschaftlichen Instrumenten an BepiColombo:

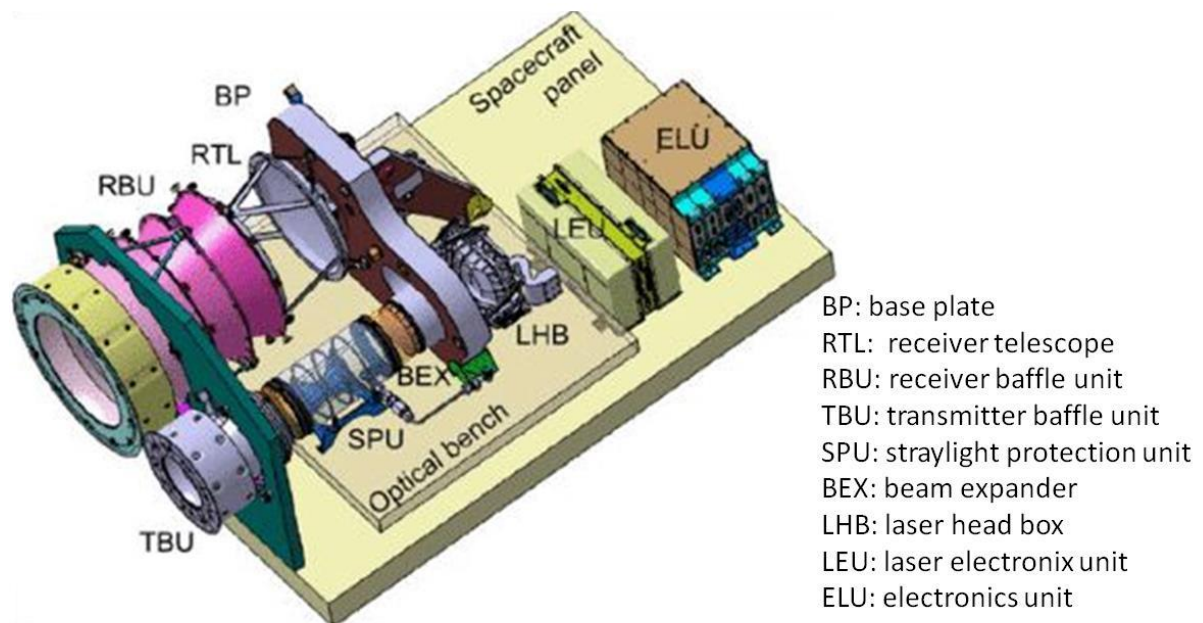
1. Laser-Höhenmesser (*BepiColombo Laser Altimeter*, BELA)

Das Laser-Höhenmessgerät BELA soll die Topografie und die Oberflächenbeschaffenheit des Merkurs beschreiben und messen. Es liefert die absolute topographische Höhe und Position in Bezug auf ein merkurzentriertes Koordinatensystem. Anhand dieser Informationen soll ein digitales Geländemodell erstellt werden, mit dem die Geologie, die Tektonik und das Alter der Planetenoberfläche quantitativ erforscht werden können. Im Zusammenspiel mit der Stereokamera STC (als Teil von SIMBIO-SYS) soll BELA das Wissen über die Geologie des Merkurs erweitern und beispielsweise Erkenntnisse über die Morphologie und die Datierung der Oberfläche, Tektonik, Vulkanismus und die Entwicklung des Planeten liefern.

Das Instrument BELA wurde von einem Konsortium unter der Leitung der Universität Bern (UniBE, Co-Projektleiter Prof. Dr. Nicolas Thomas) und des Instituts für Planetenforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt. Das Messprinzip von BELA ist anspruchsvoll: Vom Satelliten werden Laserimpulse zur Oberfläche des Merkurs ausgesendet und dann die Zeit gemessen, bis die winzige Reflektion des Laserlichts von der Oberfläche auf dem Instrument eintrifft.

Diese schwierige Aufgabe unter den rauen Bedingungen im Weltraum und den Temperaturschwankungen zu meistern war eine grosse Herausforderung für die Ingenieurinnen und Ingenieure sowie die Forschenden, die BELA entworfen und gebaut haben. Heute sind die UniBE und das DLR zuversichtlich, dass das Instrument einwandfrei funktionieren wird. Eine detaillierte Beschreibung des Instruments (auf Englisch) ist unter folgendem Link zu finden:

http://www.bela.space.unibe.ch/instrument/experiment_overview/



2. Analysator für geladene und neutrale Partikel (*Search for Exosphere Refilling and Emitted Neutral Abundances, SERENA*)

Das Instrument SERENA soll neue Informationen zu den verschiedenen Wechselwirkungen zwischen Oberfläche, Exosphäre und Magnetosphäre und den damit zusammenhängenden Prozessen liefern. Die wissenschaftlichen Ziele umfassen die Zusammensetzung, Ursprung und Dynamik der Exosphäre des Merkur sowie der Polarregionen.

SERENA besteht aus vier Einheiten von sich gegenseitig ergänzenden Teilchendetektoren für neutrale und ionisierte Teilchen. Die Kombination verschiedener Messungen durch diese Detektoren vergrössert den wissenschaftlichen Nutzen der Mission. Einer dieser Detektoren, das neuartige Massenspektrometer STROFIO (STart from a ROtating Field mass spectrometer), wurde von der Universität Bern entwickelt (Projektleiter Prof. Peter Wurz). Für die Analyse der Daten und die wissenschaftliche Auswertung der gemessenen Parameter arbeitet die UniBE bereits an Modellen und Algorithmen, um für die wissenschaftliche Auswertung der Mission bereit zu sein. Die UniBE unterstützte zudem die Kalibrierung der Instrumente PICAM und ELENA mithilfe ihrer einzigartigen Messkammer «MEPHISTO». Diese Kammer wird verwendet, um Instrumente amerikanischer, russischer, chinesischer, indischer und nicht zuletzt auch europäischer Forscherinnen und Forscher zu testen und zu kalibrieren.



Das Instrument STROFIO auf dem MPO: ein letzter Kontrollblick, bevor der MPO in den letzten Startvorbereitungen mit dem MTM verbunden wird.

3. Merkur-Plasma-Teilchen-Experiment (*Mercury Plasma Particle Experiment, MPPE*)

Das MPPE ist ein umfassendes Instrumentenpaket für Messungen des Plasmas, hochenergetischer Teilchen und energetischer neutraler Atome. Es besteht aus sieben Sensoren, welche direkt die geladenen Teilchenarten und den für die weltraumbezogene Plasmaphysik interessanten Energiebereich messen können.

Das MPPE auf dem MMO bzw. BepiColombo soll neue Erkenntnisse zum Plasma, zu hochenergetischen Teilchen und energetischen neutralen Atomen rund um den Merkur liefern. Gleichzeitig wird das MPPE auch Messungen von hochenergetischen Elektronen und Ionen durchführen, was entscheidend zum Verständnis des Beschleunigungsmechanismus von geladenen Teilchen in einer kleinen Magnetosphäre beitragen dürfte.

Auch hier hat die UniBE Schlüsselemente für die ionenoptischen Teile des Detektors für energetische neutrale Atome (*Energetic Neutral Atom, ENA*) geliefert. Das Instrument dürfte den Ausgangspunkt für grosse Fortschritte im Wissen über die Magnetosphäre des Merkurs bilden.

4. Beteiligung der Industrie an der Entwicklung wissenschaftlicher Instrumente

Bei allen drei Instrumenten, die in der Schweiz und unter der Leitung der UniBE entwickelt wurden, stammen wesentliche Beiträge und/oder Teillieferungen aus der Schweizer Industrie. Nicht weniger

als 20 Unternehmen trugen zur Entwicklung, Design und Bau der oben erwähnten wissenschaftlichen Instrumente bei.

Das PRODEX-Programm, in dessen Rahmen wissenschaftliche Instrumente oder Teilsysteme bereitgestellt werden, verlangt eine industrielle Beteiligung von mindestens 50% am Gesamtprojekt. Diese Bedingung ermöglicht einen Wissens- und Technologietransfer aus der Industrie und in die Industrie und verschafft dem Werkplatz Schweiz einen strukturellen Wettbewerbsvorteil – nicht zuletzt auch dank Spill-over-Effekten auf andere Sektoren der beteiligten Unternehmen.

Beteiligungen der Schweiz an Programmen der ESA erlauben es Schweizer Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft, sich ideal in entsprechenden Aktivitäten der ESA zu positionieren.

Kontakt

Für Fragen zur Mission:

Oliver Botta

Wissenschaftlicher Berater Raumtransport und Exploration

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Abteilung Raumfahrt

Tel. +41 58 462 99 67

oliver.botta@sbfi.admin.ch

Für allgemeine Fragen zu den wissenschaftlichen Instrumenten und zu PRODEX:

Andreas Werthmüller

Wissenschaftlicher Berater Weltraumwissenschaften und -instrumente

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Abteilung Raumfahrt

Tel. +41 58 463 35 95

andreas.werthmueller@sbfi.admin.ch

Link:

https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/BepiColombo/BepiColombo_factsheet