

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (1998)
Heft: 39

Artikel: Dossier die Schweiz im Weltraum : Uhrenexport in den Orbit
Autor: Desfayes, Jean-Bernard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-967763>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation


L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Uhrenexport
in den

Orbit

Die ersten Montagearbeiten der International Space Station (ISS) beginnen in Kürze. Die Schweiz beteiligt sich mit mehreren Forschungsprojekten an Bord der Raumstation.

Ein bekannteres Projekt ist der Alpha-Magnet-Spektrometer (AMS) des Genfer Professors Maurice Bourquin und des Physik-Nobelpreisträgers Samuel Ting. Bei einem ersten Testflug im Juni 1998 konnte die komplizierte Apparatur dieses Antimaterie-Suchers erstmals erprobt werden – HORIZONTE berichtete darüber. Aussagekräftige Ergebnisse über die Existenz oder eben das Fehlen von Antimaterie-Teilchen im Universum kann aber nur eine lang dauernde Exposition des Geräts im Weltraum bringen, wie sie die Raumstation bietet. Auch das Projekt Biopack, an dem Augusto Cogoli von der ETH Zürich beteiligt ist, soll wichtige Erkenntnisse im Bereich der Lebenswissenschaften bringen.

Zwei weitere Experimente mit massgeblicher Schweizer Beteiligung werden mit ISS auf die Reise gehen: SOVIM, ein System zur Beobachtung der Variationen der Sonnenstrahlung, und ACES-S zur Entwicklung von neuen Atomuhren.

Messen der Sonnenenergie

Claus Fröhlich, Direktor des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums in Davos, ist einer der Stars der schweizerischen Weltraumforschung; er hat sich die Erforschung unseres Sonnensystems zu seinem Lebenswerk gemacht. Fröhlich ist führender Forscher im Experiment «Solar Variability and Irradiance Monitor» (SOVIM); zuvor hatte er diese Funktion beim SOVA-Projekt an Bord des europäischen Satelliten Heureka vom Sommer 1992 und bei Virgo, die von der europäischen Sonde SOHO zur Beobachtung der Sonnenpole mitgenommen wurde. SOHO funktioniert heute wieder, nachdem die Mission wegen eines Manipulationsfehlers der Bodenkontrolle fast gescheitert wäre, und Virgo gehörte zu den ersten Experimenten, die erneut gestartet werden konnten.

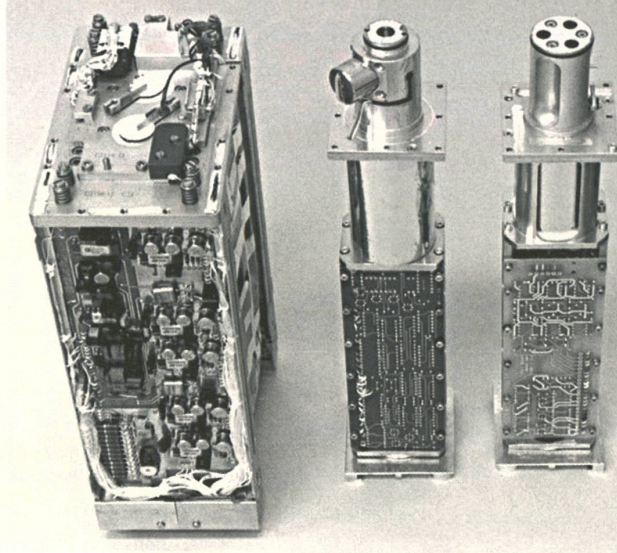
Mit Hilfe eines Strahlungsmessgeräts und weiterer Apparate, die zusammen nur 24 Kilo schwer sind, will das SOVIM-Team die Sonnenstrahlung mit grösster Genauigkeit beobachten und studieren. Bei der ganzen Mission werden die Apparate während 10 bis 15 Minuten einer jeweils 90 Minuten

dauernden Umkreisung Daten speichern; einige davon werden unmittelbar darauf mit jenen verglichen, die auf dem Boden mittels anderer Instrumente empfangen werden.

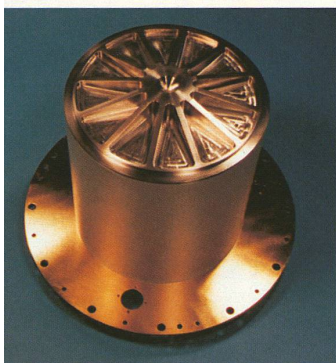
Claus Fröhlich und seine Forscherkollegen hoffen darauf, lang dauernde und qualitativ hochstehende Messungen der Variationen der Sonnenstrahlung zu erhalten. Es müsste dann möglich sein, die spektrale Verteilung der von der Sonne ausgehenden Energie präzise zu bestimmen. Die Forscher wollen auch etwas über die Existenz der Langzeitzyklen der Sonne herausfinden, wie man sie aus anderen Parametern eruiert hat. Die Fachleute wissen, dass es auf der Sonne Zonen gibt, die aktiver sind als andere: Wie sieht deren Einfluss auf die Sonnenstrahlung aus? Die Forschungen werden es erlauben, die Akkumulation von Energie in der Konvektionszone mit jener in den aktiven Regionen miteinander zu vergleichen. Und weiter, als Pünktchen auf dem i, sollten jene Mechanismen besser verstanden werden, die bewirken, dass die Sonnenstrahlung Klimaänderungen auf der Erde beeinflusst – im Massstab von Jahreszeiten oder gar eines Jahrzehnts.

Präzision von Cäsium-Atomen

Ein anderes Experiment betrifft eine neue Generation von Atomuhren. Giovanni Busca vom Kantonalen Observatorium Neuenburg und rund zehn Kollegen arbeiten seit Anfang der neunziger Jahre an einer grundlegenden Verbesserung der Zeitmessung. Im Auftrag des Eidgenössischen Amtes für Messwesen arbeiten sie zurzeit an einer Uhr, deren Präzision durch einen kontinuierlichen Strahl von gekühlten Cäsium-Atomen sichergestellt wird; ab dem Jahr 2001 wird dieses Instrument den «Swiss Time Standard» ausmachen.



Mit diesen Messgeräten wollen Davoser Forscher die Sonnenstrahlung genau beobachten.



Der Wasserstoff-Maser (oben), eine Entwicklung aus Neuenburg, die helfen soll, im Weltraum die Zeit zu messen. Sein Herzstück bildet ein Wasserstoffspeicher aus Saphir und Titan (Mitte und unten).

Dass dieser neue Chronometer-Typ funktioniert, haben Forschungen an der Ecole Nationale Supérieure in Paris bewiesen, die eine Genauigkeit von rund 1×10^{-15} bis 1×10^{-16} Sekunden auf lange Dauer ergaben. Das dabei verwendete technologische Verfahren – die Kühlung von Atomen durch Laser – hat seinen Erfindern 1997 den Nobelpreis eingebracht. Ein Modell für den Weltraum namens PHARAO wurde bereits auf parabolischen Flugbahnen an Bord von Flugzeugen getestet, welche die Bedingungen der Schwerelosigkeit für rund 20 Sekunden simulierten. Die Neuenburger Uhrmacher haben sich mit ihren französischen Kollegen im Forschungsprogramm ACES (Atomic Clock Ensemble in Space) zusammengetan. Die Schweizer werden an Bord der internationalen Raumstation einen SHM oder Raum-Maser aus Wasserstoff mitfliegen lassen. «Das ist ein atomarer Oszillator, den Neuenburg als eigentliche Spezialität entwickelt hat, und zwar sowohl für Anwendungen auf der Erde wie auch im Weltraum», sagt Busca. «Die Versionen für die Raumfahrt sind sehr leicht gebaut. Sie wiegen nur 32 bis 35 Kilos im Vergleich zu den 150 oder mehr Kilos der Modelle, die am Boden beispielsweise zur Synchronisierung von Radio-Teleskopen verwendet werden; deren Antennen können sehr weit auseinander liegen, bis zur Distanz des Erddurchmessers.»

Kommerziell interessant

An Bord der ISS wird der Maser zur Beobachtung des Funktionierens von PHARAO auf dem Flug dienen; für eine kurze Dauer, zum Beispiel für eine Stunde, hat er denselben Stabilitätsgrad wie die Cäsium-Uhr, die sonst auf lange Zeit stabiler ist. Der Maser wird also verwendet, um die Schwingung der Cäsiumatome mit einem leichten Geräusch abzufragen und die Uhr zu eichen. Vorteil des mitfliegenden SHM: Die Eichung funktioniert an Bord autonom und ohne Verbindung zu Uhren auf der Erde, was eine mögliche Fehlerquelle ausschaltet. Die drei Exemplare von SHM – ein Modell für die Versuche und zwei für den Flug – gehören zu einem Forschungsprogramm der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA, das auf die Entwicklung eines Masers für Navigationssatelliten zielt. Der potenzielle kommerzielle Markt ist interessant: Das zukünftige europäische System für Navigationssatelliten (GNSS2, Konkurrent zum US-amerikanischen GPS) würde rund 50 Modelle davon benötigen. ■

RAUMSTATION

Ein Jahr Verspätung

Mit gut einem Jahr Verspätung werden zurzeit die ersten Elemente der Internationalen Raumstation (ISS) an ihren Bestimmungsort geschickt. An das russische Frachtmodul namens Zarya, mit einer Proton-Rakete in die Umlaufbahn geschossen, hat sich Anfang Dezember das Verbindungselement Unity mit dem Raumschiff «Endeavour» angeschlossen. Doch frühestens im

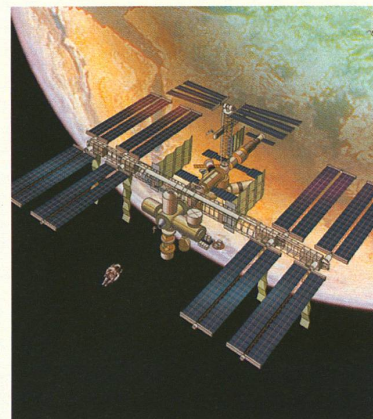


Illustration Gilbert Maurer, «Aux portes du cosmos», LEP Verlag

Juni 1999 wird das Hilfsmodul an die ersten beiden Teile festgemacht. Einmal an seinem Ort, erlaubt es dieses neue Puzzleteil, dass dort – sozusagen im Embryo der Raumstation – drei Astronauten leben und arbeiten können.

Über 40 Flüge von russischen Proton- und Sojus-Raketen, US-amerikanischen Raumschiffen und, in geringerem Mass, japanischen H-2A und europäischen Ariane 5 braucht es noch, bis die Montage der komplexen Raumstation beendet sein wird – im Jahr 2004, wenn alles gut geht. In der Endversion wird die Station dann zumal 108 mal 74 Meter messen und über 400 Tonnen wiegen.