**Highlight-Objekte zum Thema Raumfahrt**

**Die neue Ausstellungserweiterung zum Thema „Space“ zeigt aktuelle und historische Weltraum­technologien mit Österreich-Bezug**

Ab 6. April 2022 wird der Dauerausstellungsbereich „Mobilität“ noch „überirdischer“ und präsentiert österreichische Beteiligungen an der Raumfahrt. Einerseits wird mit originalen Objekten und Experimenten ein Blick zurück auf Österreichs einzige bemannte Weltraummission AustroMIR und seine bedeutenden Folgen und Erkenntnisse für Wissenschaft und Forschung geworfen, andererseits werden auch innovative Projekte von österreichischen Firmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen thema­tisiert, die aktuell die Zukunft des „New Space“ mitgestalten.

**Die AustroMIR-Mission 1991 schreibt österreichische Raumfahrtgeschichte**

Im Jahre 1987 entschlossen sich die damalige UdSSR und die österreichische Bundesregierung zur Durchführung eines gemeinsamen bemannten Weltraumfluges zur Raumstation MIR. Hauptzweck der AustroMIR-Mission war die Durchführung wissenschaftlicher Experimente aus dem medizinischen und technischen Bereich, für deren Auswertung österreichische und sowjetische Institutionen noch jahrelang kooperierten. Die erfolgreiche Zusammenarbeit diente auch als Vorbild für weitere Kooperationen mit westlichen Staaten und legte so auch einen Grundstein für die internationale Zusammenarbeit auf der Raumstation ISS.

Nach einer öffentlichen Ausschreibung für KosmonautenkandidatInnen und Experimentvorschläge im Jahr 1988 wurde am 2. Oktober 1991 österreichische Raumfahrtgeschichte geschrieben: Der Wissen­schaftskosmonaut Franz Viehböck begab sich mit 17 österreichischen Experimenten als erster und bisher einziger Österreicher auf die siebentägige Mission zur Raumstation MIR. Und das übrigens zu einem Schnäppchenpreis im Vergleich zu heutigen Weltraumfahrten: Der Flug und das Training von Franz Viehböck und seinem „Backup“ Clemens Lothaler schlugen sich mit 85 Millionen Schilling zu Buche, was inflationsbereinigt heute etwa 10,63 Millionen Euro entspricht. Die NASA verrechnet derzeit rund 43 Millionen Euro für das Training eines/r WeltraumtouristIn und eine Woche Aufenthalt auf der ISS, während die „Inspiration4“-Mission, die am 16. September 2021 erstmals ausschließlich Laien-RaumfahrerInnen für vier Tage in den Weltraum brachte, rund 170 Millionen Euro kostete.

Die Gesamtausgaben des Projekts AustroMIR betrugen von 1987 bis zu seinem offiziellen Ende 1992 rund 230 Millionen Schilling (entspricht etwa 28,75 Millionen Euro), darin inbegriffen sind auch die Kosten für die Experimente und ihre Auswertung, die wichtige Impulse für die österreichische Forschungslandschaft lieferten und maßgeblich für die Weiterentwicklung der astronautischen Raumfahrt waren.

Die folgenden Experimente und Objekte der AustroMIR-Mission werden im neuen Ausstellungsbereich präsentiert:

**Medizinische Experimente**

**MOTOMIR**

Mit dem in Österreich entwickelten Ergometer MOTOMIR konnte der Muskelschwund während eines Raumfluges erstmals genau gemessen werden. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Mus­ku­latur bereits

nach wenigen Tagen in Schwerelosigkeit zurückbildet, nach sechs Monaten in der Schwere­losigkeit würde der Muskelapparat ohne Training um 30 bis 40 Jahre altern. Durch speziell konzipierte Übungen half MOTOMIR den Raumfahrern den Muskelschwund nachweislich aufzuhalten – der Kosmo­naut Alexander Wolkow konnte seine Fitnesswerte während des Flugs sogar verbessern. Das Gerät wur­de von russischen Kosmonauten auf der Raumstation MIR bis zu ihrem Absturz 1999 weiter genutzt. Die Projekt­verantwortlichen Norbert Bachl und Harald Tschan vom Sportinstitut der Universität Wien wer­teten in den 1990er-Jahren gemeinsam mit dem Institut für Biomedizinische Probleme in Moskau die Ergebnisse aus. Diese Erkenntnisse ebneten den Weg für Langzeitaufenthalte von AstronautInnen auch auf der Internationalen Raumstation ISS und flossen ebenfalls in die Entwicklung von Trainingsgeräten für Reha-PatientInnen mit langer Bettlägerigkeit ein. Auf Einladung der NASA sollte ein weiterer am Institut entwickelter Ergometer auf eine Mission des Space Shuttles Anfang der 2000er-Jahre geflogen werden. Der Absturz der Raumfähre Columbia im Februar 2003 verhinderte jedoch die Mission. Ein weiteres Folgeprojekt war die Mitwirkung des MOTOMIR-Teams bei der Marsanalogmission MARS 500 (3. Juni 2010 bis 4. November 2011), für die auch ein Trainingsgerät angefertigt wurde.

**DOSIMIR**

Die am Atominstitut der österreichischen Universitäten vom Projektteam um Norbert Vana für die AustroMIR-Mission entwickelten Dosimeter (Projekt DOSIMIR) werden nach wie vor weltweit eingesetzt. Ein Dosimeter ist ein Gerät, das mit speziell am Institut gezüchteten Kristallen ausgestattet ist und an unterschiedlichen Orten der Raumstation angebracht wird. Zurück auf der Erde werden die mithilfe der Kristalle erhobenen Daten ausgewertet und geben Auskunft über die kosmische und solare Strahlung im Orbit. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt werden Dosimeter für die Internationale Raumstation ISS erstellt, die alle sechs Monate ausgetauscht und in der Folge am Atominstitut ausgewertet und für einen neue Messserie vorbereitet werden. Durch diese langfristigen Messreihen konnte die Strahlenbelastung im Low Earth Orbit (ca. 400 km Höhe) verlässlich bestimmt werden. Sie ist, abhängig von der Intensität des 11-jährigen Sonnenzyklus und der kosmischen Strahlung auf der Raumstation, um 30 bis 50 % höher als auf der Erde. Aufgrund der Reinheit der am Atominstitut gezüchteten Kristalle kann außerdem die biologische Schadwirkung auf den menschlichen Organismus untersucht werden – nach wie vor weltweit einzigartig an den in Österreich entwickelten Dosimetern.

**OPTOVERT**

Es ist nicht schwer vorstellbar, dass der Gleichgewichtssinn und die Raumorientierung in der Schwere­losigkeit beeinträchtigt sind. Mit dem Experiment OPTOVERT wurde untersucht, welche Rolle Körper­organe und das visuelle System bei der Orientierung im Weltraum spielen – genauer gesagt, das Phäno­men Vektion. Dies bezeichnet einen Effekt, den wir wahrscheinlich alle beim Zugfahren schon erlebt haben: Man sitzt in einem ruhenden Zug und beobachtet einen abfahrenden Zug am Nebengleis und erhält den Eindruck, man selbst würde sich bewegen. Für das von der Neurologischen Universitätsklinik Wien unter Christian Müller durchgeführte Experiment musste sich Franz Viehböck in einen sogenann­ten optokinetischen Simulator begeben – einen Zylinder, den er mit Bändern wie eine Gesichtsmaske befestigte. An zwei Tagen absolvierte er jeweils einen Durchgang mit vier Programmen, sowohl freischwebend als auch fest auf einer Unterlage angeschnallt. Seine Sinneseindrücke während eines Ex­periments nahm Franz Viehböck mittels Diktafons auf. Als einziger Teil des Experiments wurden diese Kassetten zur Auswertung wieder auf die Erde zurückgebracht. Die Ergebnisse des Experiments erlaub­ten es russischen und österreichischen WeltraummedizinerInnen, die bei Raumfahrenden auftretenden Symptome wie Schwindel oder Übelkeit besser zu diagnostizieren und zu behandeln. Von russischen Kosmonauten der Nachfolgemissionen wurde OTPOVERT auch noch mehrere Jahre genutzt.

**Technische Experimente**

**MIGMAS-A**

Mit diesem Rasterionenmikroskop konnten organische und anorganische Materialien auf der Raum­station MIR chemisch analysiert werden. Von besonderem Interesse war dabei, wie sich die kosmische Strahlung auf Materialien im Weltraum innerhalb und außerhalb der Raumstation auswirkt und wie sich die verwendeten Materialien unter Weltraumbedingungen chemisch verändern. Ein weiterer Unter­suchungsgegenstand war die Weltraumkorrosion: Auf einer astronautischen Raumstation herrschen spezielle Bedingungen: Menschliche Ausdünstungen in Kombination mit der erhöhten Strahlung be­einflussen die mechanischen und chemischen Eigenschaften von Strukturelementen, Abschirm- und Isolationsmaterialien. Mit MIGMAS-A, das bis zum Absturz der Raumstation MIR 1999 weiterverwendet wurde, konnten diese Veränderungen untersucht werden.

**LOGION**

Mit diesem Experiment wurde untersucht, wie ein fokussierter, stabiler Ionenstrahlbündel in der Schwerelosigkeit hergestellt werden kann. Mit LOGION konnte durch das Anlegen einer Spannung an einer Nadel ein feiner Ionenstrahl erzeugt werden. Die Nadel war mit einem Reservoir aus flüssigem und elektrisch geladenem Indium verbunden, das als Treibstoff diente. Dabei standen zwei mögliche Anwen­dungen im Vordergrund: Raumfahrzeuge laden sich durch den Sonnenwind und die kosmische Strahlung elektrisch auf, wodurch die Durchführung von wissenschaftlichen Experimenten beeinträchtigt werden kann oder sogar ein Ausfall von Geräten droht. Mit an der Außenhaut angebrachten Ionenemittern sollte diese Aufladung neutralisiert werden. Zum anderen konnten diese Ionenstrahlen aber auch als elektrische Triebwerke eingesetzt werden, denn der Ionenstrahl erzeugt einen kleinen, aber stetigen Rückstoß, mit dem Satelliten beschleunigt oder Bahnkorrekturen durchgeführt werden konnten.

Mit dem damals gewonnenen Know-how aus den Experimenten MIGMAS-A und LOGION, die unter Willibald Riedler und Friedrich Rüdenauer vom Forschungszentrum Seibersdorf, dem Institut für Welt­raumforschung der österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Nachrichten­technik und Wellentechnik der TU Graz durchgeführt wurden, konnte in den folgenden Jahren an der FH Wiener Neustadt ein Ionentriebwerk entwickelt werden, das seit 2017 vom österreichischen Start-up Enpulsion kommerziell vermarktet wird. Enpulsion ist mittlerweile das weltweit führende Unternehmen für den Bau von Ionentriebwerken für Mikro- und Nanosatelliten. Als Treibstoff nutzt das Triebwerk das Metall Indium in flüssiger Form. Durch ein elektrostatisches Feld werden Tröpfchen des Metalls ionisiert, beschleunigt und ausgestoßen. Dadurch entsteht ein Schub, wodurch die Satelliten sehr präzise ange­trieben werden können. Mithilfe dieser Triebwerke ist es möglich, Satelliten auf ihrer Umlaufbahn viel genauer zu positionieren als mit herkömmlichen Antrieben. Die Triebwerke können auch modulartig erweitert und zusammengeschaltet werden, sodass der jeweils benötigte Schub exakt bereitgestellt werden kann.

**DATAMIR**

Der Bordcomputer der Mission mit damals beachtlichem Festplattenspeicher von 20 MB und einem Arbeitsspeicher von 640 KB diente zur Steuerung des zeitlichen Ablaufs eines Experiments und zur Auf­zeichnung der dabei gewonnen Messdaten. Gleichzeitig ermöglichte DATAMIR die Verbindung zum Tele­metriesystem der Raumstation MIR und damit die direkte Übertragung der Messdaten zur Erde.

**FEM**

Im Rahmen der Fernmeldeerkundung FEM wurden mit Kameras und Erdbeobachtungssensoren der MIR Aufnahmen von Österreich aus dem Weltall gemacht. Ergänzt wurden sie durch zeitgleich durchgeführte Flugaufnahmen und Untersuchungen am Boden. Die Aufnahmen deckten ein Gebiet der Größe von ca. 225 x 150 Kilometer ab und wurden beim Überflug über Österreich im August 1991 in einer Höhe von ca. 350 Kilometer aufgenommen. Konzipiert und durchgeführt von Instituten der Technischen Universität Wien, der Universität Graz, der Universität Innsbruck, der Universität für Bodenkultur Wien, der Universität Klagen­furt und der Forschungsgesellschaft Joanneum, konnten damit Grundlagen geschaffen werden, wie Satellitenaufnahmen von Boden- und Vegetationsflächen besser interpretiert und ausgewertet werden, die vor allem für die Auswertung des Zustands des Waldes und der Schadstoff­emissionen von Bedeutung waren.

**Artefakte und Objekte der AustroMIR-Mission**

Zusätzlich werden Kleidungsstücke und Memorabilia des ersten österreichischen Kosmonauten Franz Viehböck gezeigt, wie sein Pulsgürtel oder Helm. Besonderes Highlight ist der originale Raumanzug von Franz Viehböck, der den Wissenschaftskosmonauten auf seiner Mission begleitete. Der maßge­schneiderte Sokol-Raumanzug der Version KW2, der seit 1980 der Standarddruckanzug der russischen Raumfahrt ist und bei Start-, Lande- und Taxiflügen zur Internationalen Raumstation ISS verwendet wird. Der Anzug wiegt etwa 9 kg und ist aus Kunststoff – Kapron und Nylon – gefertigt. Die Schuhe sind in den Anzug integriert, die Handschuhe lassen sich mittels eines Aluminiummetallrings an- und ausziehen. Das Visier aus Polycarbonat lässt sich öffnen. Am linken Handgelenk befindet sich ein Druckmesser, mit dem der Innendruck des Anzugs kontrolliert werden kann. Mit dem Spiegel am rechten Handgelenk lassen sich alle Bordinstrumente der Kapsel auch liegend bequem ablesen. Elektrische Anschlüsse für die Über­wachung der medizinischen Werte und für die Kommunikation mit Kopfhörer und Mikrofon sitzen rechts auf Bauchhöhe. In der UdSSR gingen die Raumanzüge in das Eigentum der KosmonautInnen über. Franz Vieböcks Anzug verblieb jedoch in Russland und wurde Mitte der 1990er-Jahre über das Auktionshaus Sotheby’s an eine Privatperson in den USA verkauft, bevor er Anfang der 2000er-Jahre neuerlich zum Verkauf angeboten und von der Berndorf AG erworben wurde, die es dem im Zuge der 30-jährigen Jubiläumsfeierlichkeiten im Oktober 2021 dem Technischen Museum Wien als Dauerleihgabe überließ.

**Aktuelle österreichische Weltraumfahrt und -forschung**

Aber auch aktuell mischen österreichische Firmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen im „New Space“ mit. Vom Satellitennavigationsempfänger über Isolationsfolien, Ionentriebwerke, Treibstofftanks bis zum speziellem Weltraumcomputerchip: In jeder europäischen Rakete und in vielen Satelliten welt­weit befindet sich Weltraumtechnologie aus Österreich – bald schon auch auf dem Weg zum Mond.

Highlights im neuen Ausstellungsbereich zum Thema Raumfahrt inkludieren:

**Satellit CubeSat PEGASUS / AT03**

Das Modell ist eine (fast) funktionstüchtige 1:1-Kopie des echten Satelliten. PEGASUS wurde federführend von der FH Wiener Neustadt gebaut und ist der erste Satellit, der vollständig in Österreich konzipiert wurde. Seit 2017 ist er im Weltall, wo er auf 500 Kilometern Höhe Messungen zum Zustand der obersten Schicht der Erdatmosphäre durchführt. Mit den würfelförmigen und genormten CubeSats ist der Bau von Forschungssatelliten viel billiger geworden. Nun können auch Universitäten und Forschungseinrichtungen wie das Institut für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, die FH

Wiener Neustadt, das TU Wien Space Team oder das Österreichische Weltraum Forum (ÖWF) eigene Satelliten bauen und starten lassen.

**Satellitennavigationsgerät (Explosionsmodell)**

Mit diesem Gerät, das mit der Antenne eines Satelliten verbunden wird, lässt sich die Position des Satelliten in der Erdumlaufbahn bis auf wenige Zentimeter genau bestimmen. Das Gerät von der Firma Beyond Gravity, vormals RUAG Space Austria, ist für eine Lebensdauer von sieben Jahren ausgelegt. Ähnliche Modelle sind bei den europäischen Umweltsatelliten Sentinel 1, 2, 3 sowie dem NASA-Klimasatelliten IceSat-2 im Einsatz.

**TTEthernet-Controller Space**

Der TTEthernet-Controller Space ist ein speziell für Weltraumbedingungen konzipierter und hergestellter Chip in einem raumfahrttauglichen Gehäuse aus Keramik. Das gezeigte Bauteil wurde in den Jahren 2015 bis 2022 von der Wiener Firma TTTech Computertechnik AG für verschiedene Raumfahrtanwendungen entwickelt. In der Raumfahrt muss das Kommunikationssystem besonders ausfallsicher sein. Es stellt eine sehr zuverlässige Datenübertragung zwischen verschiedenen elektronischen Baugruppen sicher und ist somit das Schlüsselelement für das „Nervensystem“ von Trägerraketen wie der Ariane 6, von Satelliten oder von Raumstationen wie etwa dem „Lunar Gateway“. Der „Lunar Gateway“ wird ab 2025 den Mond umkreisen und Basis für Expeditionen zum Mond und Mars sein.

**Schnittmodell eines Zündergehäuses für ein Feststoffraketentriebwerk**

Dieses Zündergehäuse der Firma Peak Technology ist rund fünf Kilogramm schwer etwa 70 Zentimeter lang, zylindrisch und aus zehn Kilometern Kohlefaser gewickelt. Mit einem Adapterring ist das Zündergehäuse unmittelbar mit dem Raketenmotor der zweiten Raketenstufe der europäischen Träger­rakete VEGA C verbunden. Gefüllt ist es mit rund fünf Kilogramm Festbrennstoff. Dieser wird elektronisch gezündet und startet so binnen drei Zehntelsekunden die Raketenstufe. Die 36,2 Tonnen Festbrennstoff verbrennen innerhalb von 92,9 Sekunden und erzeugen einen Schub von 1.304 Kilonewton. Damit wird die 35 Meter hohe und 210 Tonnen schwere Rakete von etwa 50 Kilometern Höhe auf 100 Kilometer über dem Meeresspiegel katapultiert.

**Ionentriebwerk**

Dieses Ionentriebwerk für Satelliten ist mit dem Know-how aus den AustroMIR-Experimenten MIGMAS und LOGION von der Firma Enpulsion entwickelt worden. Als Treibstoff dient flüssiges Iridium, mit dem die Kathoden getränkt werden. Durch Anbringung einer elektrischen Ladung wird ein Ionenstrahl ausgestoßen, der einen Rückstoß erzeugt. Das Triebwerk wird zur sehr exakten Steuerung von Satelliten im Weltraum eingesetzt. Damit ist es möglich, einen Satelliten sehr genau auf seiner Umlaufbahn auszurichten. Ionentriebwerke sind leichter und effizienter als chemische Raketenantriebe und werden daher verstärkt bei kleineren Satelliten eingesetzt.

**Presse-Kontakt:**

Technisches Museum Wien

Madeleine Pillwatsch

Mariahilfer Straße 212, 1140 Wien

Tel. 01/899 98-1200

presse@tmw.at

www.technischesmuseum.at/presse

https://twitter.com/tmwpress