

## MSL-3D

3D data exploitation and visualization to describe surface conditions and processes of Curiosity's environment

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	03.06.2024	<b>Projektende</b>	01.08.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	15 Monate
<b>Keywords</b>	Mars Science Laboratory, Planetary Science, 3D Vision, Gale Crater, Geology		

### Projektbeschreibung

MSL-3D wird es den Forschenden ermöglichen, Gesteinsaufschlüsse genau zu rekonstruieren und zu untersuchen, die für das Verständnis der Geologie im Gale-Krater wichtig sind und Aufschluss über die klimatische Geschichte auf dem Mars und die mögliche Bewohnbarkeit geben. So wollen die Forschenden in den kommenden Monaten mit MSL-3D die Oberflächenbedingungen und -prozesse rekonstruieren, die zur Ablagerung der Gediz-Vallis-Ridge und der Sulfat-Einschlüsse geführt haben, und Aufschlüsse vermessen, um die Steinschlaggefahr im Zusammenhang mit den Traversen und der Mobilität des Rovers in nahezu Echtzeit zu bewerten. Darüber hinaus werden einige weitere Regionen am Gale-Krater untersucht, die bisher noch nicht in allen Einzelheiten, insbesondere in 3D, erforscht wurden. Damit wird die wissenschaftliche Agenda von zwei britischen Wissenschaftlern (Dr. Davis und Dr. Banham vom Imperial College London) unterstützt. Die Stereobilder der Mastcam von Mars Rover Curiosity werden verarbeitet, um Strömungsereignisse an der Oberfläche und die Rekonstruktion der Paläo-Umgebungen entlang der Curiosity-Traversal zu untersuchen, wobei gelegentliche Präsentationen und Aufnahme-Anfragen für das Mastcam-Instruments der Forschung von Dr. Davis und Dr. Banham gewidmet sind, in Verbindung mit Gerhard Paar von JOANNEUM RESEARCH als Mitglied des MSL-Science-Teams. 3D-Datenfusionierung mit den Terrain Modellen aus HiRISE- und CTX-Satellitenbildern wird die Charakterisierung von Merkmalen im Nahbereich (Geröllgröße, Korngröße) bis hin zu Merkmalen in km-Größe (Neigungen, auch als Statistiken auf m-Ebene) sowohl aus den besagten Satelliten- als auch aus den Mastcam-3D-Datenprodukten ermöglichen. Weitere einzigartige Stärken der österreichischen JR/VRVis-Verarbeitungs- und Visualisierungsexpertise werden die geometrische Mastcam-Kalibrierung verbessern und die Missionshistorie im geologischen Sinne und im Sinne der Öffentlichkeitsarbeit mittels kommentierter Videodokumentation in einer noch nie dagewesenen Genauigkeit zusammenstellen, wobei 3D-Modelle in mehreren Skalierungen aus den über PDS veröffentlichten MSL-Datenprodukten und „Long-Baseline“-Stereokonfigurationen verwendet werden. Mehrwertaspekte, die mit dem gewonnenen Zugang zur MSL-Infrastruktur und neuen 3D-Vision- und Visualisierungs-Assets wie der Impaktforschung (einschließlich einer KI-basierten Suche nach interessanten Strukturen) und einer geförderten Zusammenarbeit mit anderen Teams aus Großbritannien und den USA leicht zu realisieren sind, werden die Agenda von MSL-3D vervollständigen.

### Abstract

MSL-3D will enable researchers to accurately reconstruct and study rock outcrops essential to understanding ancient surface

conditions within Gale crater, providing insight to ancient Martian climate and potential habitability. For example, in the coming months, researchers intend to use MSL-3D to reconstruct the surface conditions and processes which lead to the deposition of the Gediz Vallis Ridge and the sulfate-bearing unit and to measure fractures to assess rock-fall hazards related to rover traverses and mobility in near real time. This is in addition to providing detail to some further sites along Gale Crater that have not yet been researched in great detail, particularly in 3D. This is by supporting the main scientific agenda of two UK scientists (Dr. Davis and Dr. Banham from Imperial College London). The Mars Rover Curiosity's Mastcam stereo imagery will be processed for addressing the late-stage surface flow events and reconstruction of paleo-environments along Curiosity's traverse, fully embedded in the mission, with occasional presentations and observation requests of the Mastcam instrument dedicated to Dr. Davis's and Dr. Banham's research, in connection with Gerhard Paar from JOANNEUM RESEARCH as member of the MSL Science Team. 3D data fusion with HiRISE and CTX satellite DTMs will help the characterization in a wider context from close-range (boulder-size, grain-size) to km-sized features (inclinations, also as statistics from m-level scale) both from the said satellite and Mastcam 3D data products.

Further unique strengths of the Austrian JR/VRVis processing & visualization expertise will enhance the geometric Mastcam calibration, and assemble mission history in a geologic and outreach sense by means of annotated video documentation in a fidelity never seen before, making use of multi-scale 3D models from PDS-released MSL data products, and long baseline stereo configurations. Novel added-value aspects that can be easily established with the gained MSL infrastructure access and new 3D vision & visualization assets such as impact science (including an AI-based search of interesting structures) and fostered collaboration with other teams from the UK and USA will complete MSL-3D's Agenda.

## **Endberichtkurzfassung**

The ASAP Project "MSL-3D" enabled researchers to accurately reconstruct and study in 3D rock outcrops essential to understanding ancient surface conditions on the MSL Mars Rover Curiosity within Gale crater, providing insight to ancient Martian climate and potential habitability.

MSL-3D supported the main scientific agenda of two UK scientists (Dr. Davis and Dr. Banham from Imperial College London) utilizing JR's and VRVis' assets for 3D vision processing and visualization for the purpose of geology on Mars. Mars Rover Curiosity's Mastcam stereo imagery were processed for addressing the late-stage surface flow events and reconstruction of paleo-environments along Curiosity's traverse, with Gerhard Paar from JOANNEUM RESEARCH (JR) as member of the MSL Science Team. Unique strengths of the Austrian JR/VRVis processing & visualization expertise enhanced the geometric Mastcam calibration, and assembled mission history in a geologic and outreach sense by means of annotated video documentation in a fidelity never seen before, making use of multi-scale 3D models from Planetary Data System (PDS)-released MSL data products, long baseline stereo configurations, and data fusion with satellite terrain models. Novel added-value aspects were established with the gained MSL infrastructure access and new 3D vision & visualization assets fostered already collaboration with other teams from the UK and USA.

One emphasis was laid on the assembly of outreach data products, in particular flyover videos that combine the structure as available from satellite 3D data products with such from rover stereo imagery. The respective dynamic renderings are available on <https://www.youtube.com/@pro3dspace120/videos> and include an "MSL Mission Story" that gives an immersive overview of the entire MSL traverse and some visited key formations and landscapes along the way from Gale Crater onto the slopes of Mount Sharp.

The Austrian Team via G. Paar as MSL Collaborator is further embedded in the mission. Major achievements in a technical sense were accomplished both on processing and visualization side that made a number of contributions to high-level scientific planetary science publications possible and enabled novel ways of data interpretation and scientific analysis covering Martian geology, morphology, aeolian and atmospheric science, and in particular the analysis of ancient fluvial processes on the surface of Mars. MSL-3D resulted in the Austrian participation in 9 high-level publications, 4 of which are still under review by the end of 2025.

### **Projektkoordinator**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

### **Projektpartner**

- VRVis GmbH