

# Multikopter Ardea

Multikopter bieten Helfern in Katastrophenszenarien eine attraktive Möglichkeit, sich schnell einen Überblick über gefährliche Einsatzgebiete zu verschaffen. Hierbei ergeben sich besondere Herausforderungen:

Flugroboter müssen zu jedem Zeitpunkt aktiv von einem Computer stabilisiert werden. Die Flugsysteme müssen sich in unbekannt Gebieten, in denen Navigationshilfen, zum Beispiel GPS, oft nicht verfügbar sind, mit Hindernissen kollisionsfrei fortbewegen. Da eine robuste Funkverbindung zu einer Bodenstation nicht garantiert werden kann, ist es erforderlich, dass alle Sensordaten für die Navigation direkt auf dem Flugsystem verarbeitet werden, und dass eine Mission komplett autonom durchgeführt werden kann.

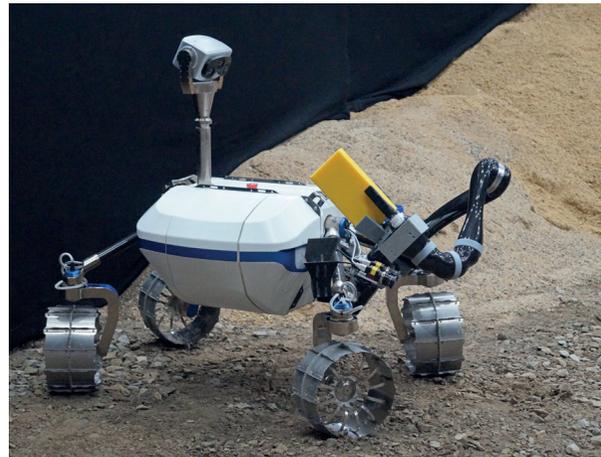
Die stark eingeschränkte Traglast geht einher mit einer Limitierung der verfügbaren Rechenressourcen. So bietet eine Kombination von Kameras und Inertialsensoren auf dem Flugsystem die Möglichkeit einer robusten, autonomen Navigation zur Erkundung unbekannter Gefahrengebiete.



# Lightweight Rover Unit (LRU)

Die Lightweight Rover Unit (LRU) des Instituts ist der Prototyp eines teilautonomen Roboters zur Exploration von Mond oder Mars. Er kombiniert eine Vielzahl modernster Technologien, die am Institut entwickelt wurden, zum Beispiel die Antriebs- und Lenkeinheiten, deren Motoren schon im ROKVISS-Experiment fünf Jahre lang auf der ISS ihre Weltraumtauglichkeit unter Beweis stellen konnten.

Eine Stereokamera und das mehrfach ausgezeichnete Semi-Global Matching-Stereoverfahren verleihen dem Roboter die Fähigkeit, seine Umgebung in 3D wahrzunehmen. Hieraus berechnet der Rover Umgebungskarten und steuert dann autonom in unbekanntem und unebenem Gelände vordefinierte Ziele an. Diese selbstständige Navigation ist wichtig, da Signale von der Erde viele Sekunden oder Minuten benötigen, was eine direkte Fernsteuerung erschwert. Die Erweiterung des LRU durch einen Roboterarm erlaubt das Manipulieren von bekannten und unbekannt Objekten.



## LRU: Daten im Überblick

<b>Größe</b>	- Außenabmaße: 114 x 74 cm - Bodenfreiheit: 23 cm - Kamerahöhe: 94 cm
<b>Gewicht</b>	Circa 30 kg
<b>Nutzlast</b>	5 kg
<b>Energiezufuhr</b>	Zwei Akkupacks mit je 28,8 V, je 5 Ah
<b>Freiheitsgrade</b>	- 4 Radantriebe - 4 Lenkantriebe - 2 seriell elastische Chassis-Antriebe
<b>Antriebe:</b>	- Nominales
<b>RoboDrive ILM38x06</b>	Antriebsdrehmoment: 5 Nm
<b>BLCD</b>	- Wiederholbares
<b>Harmonic Drive</b>	Spitzendrehmoment: 11 Nm
<b>HFUC11-100</b>	- Einmaliges Maximum Peak Torque: 25 Nm
<b>Geschwindigkeit</b>	1,11 m/s, das heißt 4 km/h
<b>Sensoren</b>	- PanTilt Unit mit BW-Stereo-Kamera und Farbkamera zu wissenschaftlichen Zwecken - Initialmesseinheit - In jedem Gelenk Messung von Strom, Spannung, Temperatur, Rotationsgeschwindigkeit, Position (inkremental) - Lenkantriebe und seriell elastische Chassis-Antriebe haben absolute Sensoren
<b>Betriebszeit</b>	- 60 Minuten mit einem Akkupack - 120 Minuten mit beiden Akkupacks
<b>On-board Computer</b>	i7 Mini ITX CPU Board, Linux RTOS Betriebssystem, Links-and-Nodes Echtzeit Framework (DLR-RM), ROS nicht-Echtzeitteile, EtherCAT-Bus-System mit Kontrollfrequenz 1 kHz

## Multikopter: Daten im Überblick

<b>Größe</b>	- Außenmaße: 68 x 68 cm - Höhe: 30 cm
<b>Abfluggewicht</b>	- Ohne Akku: 2,05 kg - Mit Akku: 2,65 kg
<b>Maximaler Schub</b>	3,6 kg
<b>Flugzeit</b>	Circa 10 Minuten bei 2,65 kg Gewicht
<b>Sensoren</b>	- VRmagic VRmMFC Camera Base Unit und 4 x VRmS-16/C-COB (1280 x 960 px) Kameras mit Weitwinkelobjektiven (125° x 80°), totales Sichtfeld: 180° x 80° - Analog Devices ADIS16407 IMU (Beschleunigungssensor, Gyroskop, Magnetometer, Barometer)
<b>On-board Hardware</b>	- Intel NUC5i7RYH – Intel Core i7-5557U (dual core @ 3.1 GHz) für Computervision, Mapping, Pfadplanung, Missionssteuerung - Xilinx Spartan6 FPGA für Stereo-Berechnung - BeagleBone Black mit Linux Realtime Kernel, Betrieb des Autopiloten bei 500 Hz Regelungsrate OpenMesh OM2Pv2 wireless router (2.4 GHz) mit OpenWRT Firmware
<b>Navigation</b>	- Semi-Global Matching (SGM) dichtes Stereo, beschleunigt mit FPGA-Karte Fusion von IMU-Daten und visueller Odometrie zur Eigenbewegungsschätzung mit Kompensation der Zeitverzögerung (~ 400 ms Verzögerung der Vision Pipeline)

Automatica\_LRU\_Ardea\_D\_06/2016

## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**

**Institut für Robotik und Mechatronik**



<b>LRU</b> Dr. Armin Wedler Münchener Straße 20 82234 Weßling Tel.: +49 (0) 8153 28-1849	<b>Multikopter</b> Teodor Tomic Münchener Straße 20 82234 Weßling Tel.: +49 (0) 8153 28-3820
--	--

mobilerobots.DLR.de

mobilerobots.DLR.de



## Lightweight Rover Unit (LRU) und Multikopter Ardea

Mobile Exploration

