

## ARRAKIHS-IASW

Phase A/B1 development of the Instrument Application Software for ARRAKIHS

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.05.2024	<b>Projektende</b>	31.07.2026
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	27 Monate
<b>Keywords</b>	software; instrument control; data processing; telemetry		

### Projektbeschreibung

ARRAKIHS (Analysis of Resolved Remnants of Accreted galaxies as a Key Instrument for Halo Surveys) wurde entwickelt, um Beobachtungen im Universum bei sehr niedrigen Oberflächenhelligkeiten (SB) durchzuführen. Dadurch lässt sich eine der Schlüsselfragen der modernen Kosmologie beantworten, nämlich die nach der Natur der Dunklen Materie.

Die Mission wurde als neue "schnelle" Mission (F-Klasse) im Rahmen des ESA-Programms "Cosmic Vision" ausgewählt und soll im Jahr 2030 starten.

ARRAKIHS wird eine Durchmusterung schwacher naher Galaxien und ihrer Umgebung in zwei sichtbaren und zwei infraroten Spektralbändern jenseits der derzeitigen Grenzhelligkeit von  $SB=28-29 \text{ mag/arcsec}^2$  durchführen. Ein innovativer binokularer Teleskopaufbau wird eingesetzt, um eine beispiellos niedrige Oberflächenhelligkeit von  $31 \text{ mag/arcsec}^2$  zu erreichen, was zu einem einzigartigen Katalog von stellaren und gasförmigen Komponenten von 200 Halos naher Zwerggalaxien führen wird. Eine solche statistisch repräsentative Stichprobe ist notwendig, um das kosmologische Modell der kalten dunklen Materie ( $\Lambda$ CDM) zu testen, bisher sind aber nur Daten für eine Handvoll solcher Galaxien mit ultra-niedriger SB verfügbar. Insbesondere ist die Abbildung bis zu diesen SB-Grenzen vom Boden aus aufgrund des atmosphärischen Hintergrunds extrem schwierig, so dass ein Weltraumobservatorium unbedingt erforderlich ist. Die Beobachtungen können am effizientesten mit einem kleinen Teleskop mit großem Gesichtsfeld (FOV) an Bord eines kleinen Satelliten in einer niedrigen Erdumlaufbahn durchgeführt werden, wie es bei der einzigartigen Konfiguration von ARRAKIHS der Fall ist.

Um das Problem der "fehlenden Satelliten" im kosmologischen Kontext anzugehen, wird ARRAKIHS speziell die Häufigkeit und die Standorte schwacher Satellitengalaxien für eine vollständige Stichprobe von Galaxien ähnlich der Milchstraße außerhalb der Lokalen Gruppe charakterisieren. Die kombinierten VIS- und NIR-Bilder werden robuste Statistiken über die Anzahl und Form breiter und dünner stellarer Ströme liefern, die erforderlich sind, um jene Vorhersage des  $\Lambda$ CDM-Modells zu bestätigen oder zu widerlegen, dass massearme Sub-Halos ohne Sternentstehung existieren können. Darüber hinaus müssen physikalische Eigenschaften wie Form und Ausdehnung des ultraschwachen Intra-Halo Lichts bestimmt werden, um zu prüfen, ob Halo-Substrukturen als Folge von Gezeitenwechselwirkungen allgegenwärtig sind, wie es vom  $\Lambda$ CDM-Modell vorhergesagt wird.

Die Universität Wien ist dem Konsortium beigetreten, um die „Instrument Application Software“ (IASW) für das Instrument zu liefern, welche wichtige Funktionen wie die hochpräzise Positionsmessung für den Satellit bis zur Datenverarbeitung an Bord umfasst. Im vorliegenden Antrag suchen wir um eine Finanzierung für Phase A/B1 an, um die Software-Anforderungen und das Design der IASW zu liefern.

Am Institut für Astrophysik sind mehrere Arbeitsgruppen sehr stark an der ARRAKIHS-Mission interessiert. Die Multiwellenlängen-Beobachtungen werden von großem Nutzen sein für Wissenschaftler\*innen im Haus, die sich mit der Galaxienbildung im frühen Universum, Gezeitenströmen zwischen Satellitengalaxien und der Dynamik in der Lokalen Gruppe beschäftigen oder die an umfangreichen Simulationen der Dunklen Materie arbeiten. Der privilegierte Zugang zu den ARRAKIHS-Daten wird einen großen Vorteil für unsere Wissenschaftler\*innen bieten.

## **Abstract**

ARRAKIHS (Analysis of Resolved Remnants of Accreted galaxies as a Key Instrument for Halo Surveys) is designed to explore the low-surface brightness universe to answer a key question in modern cosmology, i.e. what is the nature of Dark Matter.

The mission has been selected as the new fast mission (F-class) in ESA's „Cosmic Vision“ Programme and is scheduled for launch in 2030.

ARRAKIHS will carry out a survey of faint nearby galaxies and their surroundings in two visible and two infrared bands beyond the current surface brightness limit of  $SB=28-29 \text{ mag/arcsec}^2$ . An innovative binocular telescope assembly will be used to reach an unprecedented ultra-low surface brightness of  $31 \text{ mag/arcsec}^2$ , which results in a first-of-its-kind catalog of stellar and gaseous components of 200 nearby dwarf galaxy halos. Such a statistically representative sample is necessary to test outstanding challenges for the  $\Lambda$ -Cold Dark Matter ( $\Lambda$ CDM) cosmological model, but so far data is only available for only a handful of such ultra-low SB galaxies. In particular, imaging down to these SB limits is extremely difficult to achieve from the ground due to the atmospheric background, thus the need of a space observatory arises. The observations can be most efficiently done using a small telescope with large field of view (FOV) on-board a small satellite in Low-Earth-Orbit as it is for the unique configuration of ARRAKIHS.

To address the question of the „missing satellites“ problem in the cosmological context, ARRAKIHS will specifically characterise the abundance and locations of faint satellite galaxies for a complete sample of Milky-Way type galaxies beyond the Local Group. The combined VIS and NIR images will provide robust statistics of the numbers and shapes of wide and thin stellar streams required to support or deny the  $\Lambda$ CDM model prediction that low-mass sub-halos without star formation may exist. Furthermore, physical properties like shape and extent of the ultra-faint intra-halo light have to be determined to test if halo substructures as a consequence of tidal interactions are ubiquitous as predicted by  $\Lambda$ CDM.

The University of Vienna has joined the consortium to contribute the Instrument Application Software (IASW) for the instrument, which includes top-level functionalities from high-precision guiding data inputs for the spacecraft to on-board science data processing. This proposal asks for funding for Phase A/B1 to supply the requirements and design of the IASW.

Many working groups at the Institute of Astrophysics are highly interested in the ARRAKIHS mission. The multi-wavelength observations will be very valuable for scientists in house who study galaxy formation in the early universe, tidal streams

among satellite galaxies and the dynamics in the Local Group or who are working on extensive Dark Matter simulations. Having privileged access to ARRAKHS data will provide a strong advantage to our scientists.

### **Projektpartner**

- Universität Wien