

## CASTID

CMOS Active Sensors as Telescope and Imaging Device

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2022, Expedition Zukunft Start 2022	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2024	<b>Projektende</b>	31.08.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>	CMOS; Pixel Sensors; ion imaging; beam telescope; beam testing		

### Projektbeschreibung

Im Rahmen des CASTID-Projekts (CMOS Active Sensors as Telescope and Imaging Device) wird der Einsatz von sogenannten „Depleted CMOS Active Pixel Sensors“ (DMAPS) in einer horizontal angeordneten Konfiguration von mehreren Lagen für den nicht-klinischen Bestrahlungsraum des Ionentherapiezentrum MedAustron vorgeschlagen. Dieser fortschrittliche Aufbau dient einem doppelten Zweck: Er fungiert einerseits als Strahlteleskop zum Testen von Prototypen neuartiger Teilchendetektoren, und andererseits als sogenannter „Tracker“ zur Überwachung der Flugbahn einzelner Partikel für medizinisches Bildgebungsverfahren, welches im Moment am HEPHY entwickelt wird („Ion-CT“ oder Protonen Computertomograph). Die Motivation für dieses Projekt ergibt sich aus den Einschränkungen, die bei dem aktuell verfügbaren Prototypen beobachtet wurden und die eine Verringerung des Teilchenflusses aus dem MedAustron-Beschleuniger erforderlich machten, was wiederum die Zeit zur Aufnahme eines Ionen-CT-Bildes auf Stunden verlängerte. Dieses Projekt zielt darauf ab, diese Einschränkungen mittels neuartigen ortsauflösenden monolithischen Pixeldetektoren zu überwinden und damit die volle medizinische Intensität der MedAustron-Teilchenstrahlen zu nutzen, um die Aufnahmedauer auf Sekunden zu senken. Damit rückt der künftige klinische Einsatz von Ionen als Bildgebungstechnologie in greifbare Nähe.

### Abstract

The CASTID (CMOS Active Sensors as Telescope and Imaging Device) project proposes the utilization of Depleted CMOS Active Pixel Sensors (DMAPS) in a horizontally aligned configuration of several layers at the MedAustron facility. This advanced setup serves a dual purpose: acting as a beam telescope for testing Devices under Tests (DUTs) and functioning as a tracking device to monitor the trajectory of individual particles in a medical imaging modality developed at HEPHY called ion-CT or proton computed tomography. The motivation for this project arises from limitations observed in the current prototype system, which necessitated a reduction of particle flux from the MedAustron accelerator. This prolonged the time for recording an ion-CT image to several hours. This project seeks to overcome these limitations by using highly innovative position-sensitive monolithic pixel sensors to use the full medical intensity of the MedAustron particle beams, reducing the exposure time to seconds. This puts the future clinical use of ions as imaging technology within realistic reach.

## **Endberichtkurzfassung**

Im Projekt CASTID wurde untersucht, wie sich Ionenstrahlen – wie sie etwa in der modernen Krebsbehandlung eingesetzt werden – noch präziser vermessen und überwachen lassen. Dafür wurde ein neuartiges, kompaktes „Beam-Teleskop“ designed und entwickelt, das den Strahl während seines Durchgangs durch mehrere monolithische Pixelsensoren vermisst. Parallel dazu entstanden umfangreiche Computersimulationen, die zeigen, wie sich Protonen, mit kinetischen Energien wie sie zur Strahlentherapie verwendet werden, in unterschiedlichen Materialien verhalten und wie sich ihre Richtung und Energie beim Durchgang verändern.

Der am Institut gebaute Prototyp wurde anschließend im Juli 2025 erfolgreich am MedAustron-Beschleuniger getestet. Die Messungen bestätigten die Simulationen und zeigten, dass das System zuverlässig funktioniert – selbst bei den hohen Teilchenintensitäten einer medizinischen Anlage.

Die Ergebnisse bilden die Grundlage für zukünftige Entwicklungen von präzisen Strahlüberwachungsgeräten. Langfristig kann diese Technologie dazu beitragen, die Sicherheit und Genauigkeit der Protonentherapie zu erhöhen, modernere Messmethoden in Forschungseinrichtungen zu etablieren und nachhaltige technologische Innovationen im Bereich der medizinischen Strahlenanwendung voranzutreiben.

## **Projektpartner**

- Österreichische Akademie der Wissenschaften