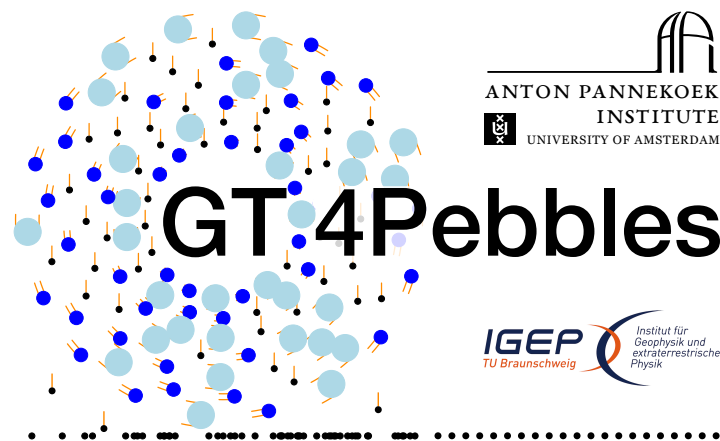


Motivation:

In den frühen Phasen der Planetenentstehung wachsen aus mikrometergroßen Staubpartikeln milliimeter- bis dezimetergroße Teilchen, aus welchen sich in späteren Phasen Planetesimale und schließlich Planeten bilden. Die Prozesse in der ersten Phase lassen sich mit Hilfe einer Levitationstrommel auf der Erde nachstellen. Dabei handelt es sich um eine drehende Vakuumkammer, in der eine dünne Atmosphäre starr mit der Kammer rotiert. Wegen der Sedimentation der Staubteilchen bildet sich in einem solchen System eine rotierende, über lange Zeiträume stabile Staubwolke, in welcher die Staubteilchen kollidieren und verklumpen, wodurch sich das Wachstum von Tausenden von Jahren in wenigen Stunden nachstellen lässt.

Im Rahmen eines ERC Advanced Grant-Projekts bauen wir aktuell eine solche Levitationstrommel mit 2m Innendurchmesser auf, in der wir dann Experimente mit bis zu 24 Stunden Messzeit durchführen wollen. An dieser Vakuumkammer wird es eine Vielzahl von Instrumenten geben, welche wir zurzeit designen und aufbauen. Bei der Entwicklung dieser Instrumente sowie beim Testen und Kalibrieren haben Sie hier die Möglichkeit mitzuwirken.

Mit den auf den nächsten Seiten kurz beschriebenen Bachelorarbeiten können Sie uns beim Aufbau unseres Experiments zum Nachstellen der frühen Phasen der Planetenentstehung unterstützen. Kommen Sie bei uns vorbei, und wir finden gemeinsam die richtige Bachelorarbeit für Sie, sei es im experimentellen Bereich oder beim Simulieren.



Thema: Raytracing-Rechnungen zum optischen Design eines Infrarot-Spektro-Fotometers

Betreuer: Prof. Dr. Jürgen Blum

Vor-Ort-Ansprechpartner: Dr. Christopher Kreuzig

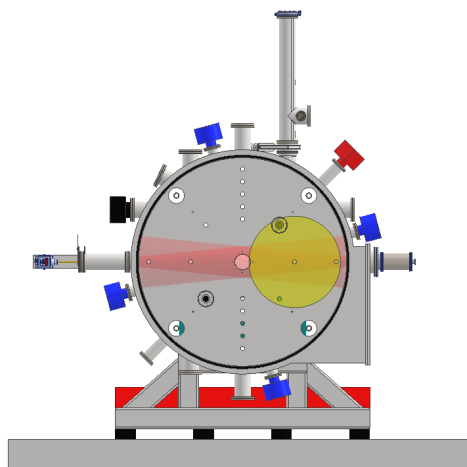
Numerische Simulation

Beschreibung:

Eines der Instrumente der ersten Generation an der Levitationstrommel wird ein selbst gebautes Infrarot-Spektro-Photometer sein, welches Veränderungen im Absorptionsverhalten der Staubwolke während des Wachstums der Staubteilchen messen soll. Dieses Spektro-Fotometer besteht aus einer Infrarotquelle, einem Lichtleiter, Bandpassfiltern in einem Filterrads, zwei Winston-Cones und einem IR-Detektor. Aufgabe der Winston-Cones ist es, die Infrarotstrahlung möglichst effizient durch die Wolke zu leiten und zu verhindern, dass der Detektor Strahlung von Störquellen empfängt. In der unteren Abbildung sind die Lichtwege beider Winston-Cones in rot eingezeichnet und in gelb die stabile Position der Wolke. Ziel dieser Arbeit ist es, den gesamten optischen Aufbau mittels eines Raytracing-Algorithmus numerisch zu simulieren und zu bestimmen, welche Strahlungsintensität am Detektor ankommt. Anschließend soll der Aufbau experimentell vermessen und die Ergebnisse mit den Simulationen abgeglichen werden.

Aufgaben:

1. Einarbeitung und Literaturrecherche zum Thema Winston-Cones und Raytracing.
2. Implementierung der Geometrie in ein Programm zum Raytracing.
3. Ermittlung der Übertragungseffizienz des gesamten Strahlungsgangs.
4. Vermessen des fertigen Aufbaus und Vergleich mit den Simulationen.



Thema: **Auslegung und Optimierung des Overview Observation-Systems (sofort), Aufbauen und Testen, Auswerten der Daten und Entzerrung der Bilder (ab April 2026)**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum**

Vor-Ort-Ansprechpartner: **Dr. Christopher Kreuzig**

Bereich: **Experimentdurchführung und einfache Auswertung**

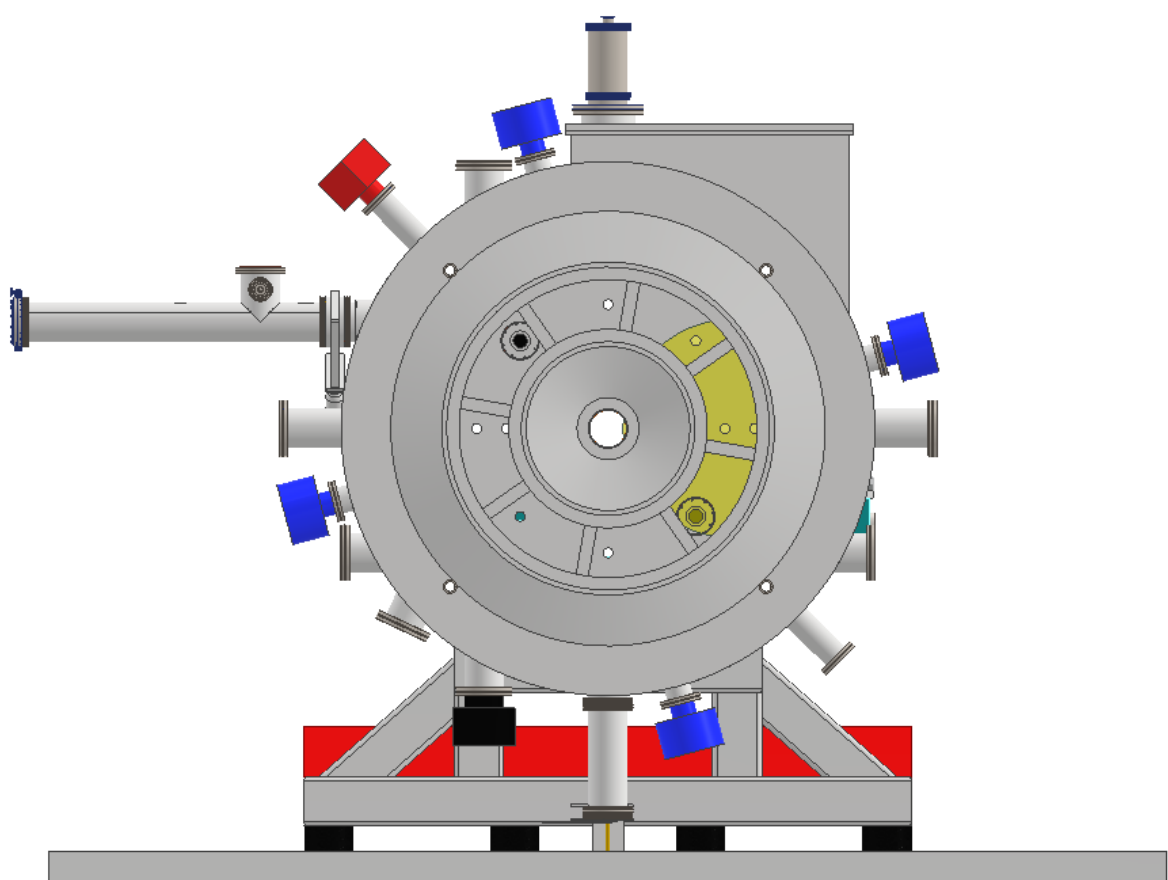
Beschreibung:

Dieses Aufgabenpaket besteht aus mehreren Teilen und kann/muss daher auch von mehr als einer Person bearbeitet werden.

Das wichtigste Instrument an der Levitationstrommel ist das Overview Observation-System (OOS), welches während der gesamten Messdauer die Wolke beobachtet. Dieses besteht aus vier Kameras, wobei zwei dieser Kameras für die gesamte Wolke und zwei für den inneren Bereich der Wolke (dafür mit deutlich höherer Auflösung) vorgesehen sind. Diese vier Kameras sind außerhalb vor der Vakuumkammer fest installiert (rotoeren also nicht mit) und schauen durch Fenster nahezu ununterbrochen in die Vakuumkammer hinein. Die Beleuchtung kommt von vier an der Kammer verbauten LEDs mit Zylinderlinsen, welche sich mit der Kammer mitdrehen. Die Lampen müssen dabei so ausgelegt werden, dass sich die Beleuchtung aus Sicht der Kameras nicht oder möglichst wenig während der Drehung verändert. Die Kameras sollen ihr jeweiliges Sichtfeld möglichst hoch auflösen, wobei ein Kompromiss aus Funktionalität und Kosten getroffen werden muss, was eine umfangreiche Recherche erforderlich macht. Da innerhalb des Projekts Zeitdruck besteht, kann die Auslegung nur als Bachelorarbeit vergeben werden, wenn diese bis April 2026 bearbeitet wird, anderenfalls wird diese Auslegung direkt vom Projektteam übernommen. Nach der Auswahl und Lieferung der Kameras muss eine Halterung entworfen werden, welche die Kameras reproduzierbar positionieren kann; die damit möglichen Bilder und Beleuchtungsverhältnisse sollen ermittelt werden. Schließlich sollen die durch das OOS aufzunehmenden Bilder analysiert werden, da es durch die großen Öffnungswinkel der Kameras zu Verzeichnungen kommt. Daher müssen Testbilder von bekannten Objekten aufgenommen und diese dann algorithmisch entzerrt werden. Die so erarbeitete Korrektur wird später für alle Kamerabilder angewendet.

Aufgaben:

1. Einarbeitung und Literaturrecherche zum Thema Kameras und Objektive und zum Entzerren von Bildern.
2. Auslegung von Kameras, Objektiven und Beleuchtung (nur bei sofortigem Beginn).
3. Aufbau des OOS und Vermessen dessen Eigenschaften.
4. Aufnehmen von Testbildern und Entwicklung eines Algorithmus zum Entzerren der Bilder.



Thema: **Qualifizierung des Staubeinschusses mit verschiedenen kosmisch relevanten Stäuben (ab Oktober 2026)**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum**

Vor-Ort-Ansprechpartner: **Dr. Christopher Kreuzig**

Bereich: **Experimentdurchführung und einfache Auswertung**

Beschreibung:

Am Beginn eines Experiments in der Levitationstrommel werden die Staubpartikel in die noch nicht rotierende Vakuumkammer eingeschossen. Sobald sich die Kammer dreht, bildet sich eine stabil rotierende Wolke. Zu Test- und Kalibrationszwecken wird als erstes Silikatstaub verwendet, da dieser ein bekannter und sehr wichtiger Bestandteil der Planetenentstehung ist. Der Staub liegt gepresst in einem Magazin vor und wird während des Einschusses gegen eine sich schnell drehende Zahnwalze gedrückt. Diese schlägt dabei einzelne Partikel von dem gepressten Staub ab, welche dann in die Kammer geschleudert werden, schnell an das Gas ankoppeln und dann langsam nach unten sedimentieren, bis sich die Kammer zu drehen beginnt. Der Mechanismus wird aktuell entwickelt und bis Oktober 2026 in die Levitationstrommel integriert. Aufgabe dieser Arbeit ist es, den Staubeinschuss in einer anderen Vakuumkammer mit unterschiedlichen Stäuben zu testen und die entstehenden Einschussmuster zu vermessen.

Aufgaben:

1. Einarbeitung und Literaturrecherche zum Thema Staubeinschuss in eine Levitationstrommel und relevante Stäube im frühen Sonnensystem.
2. Testen des entwickelten Aufbaus mit unterschiedlichen Stäuben (ab Oktober 2026).
3. Vermessen der sich ergebenden Einschussmuster.
4. Falls nötig, Entwicklung von Modifikationen des Staubeinschusses für unterschiedliche Stäube.

