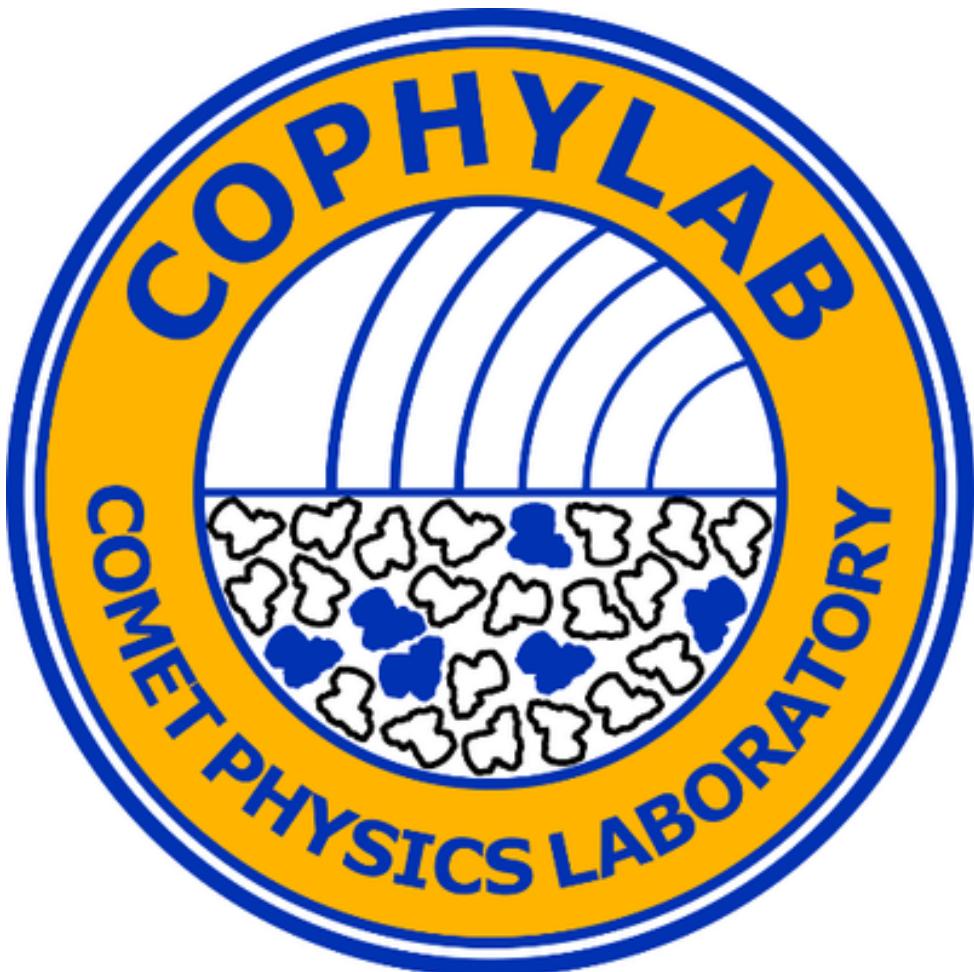


### **Motivation:**

Kometen sind kleine Himmelskörper aus Staub und Eis, die die Sonne auf exzentrischen Bahnen umlaufen. Ist der Abstand zur Sonne gering genug, beginnt das Eis durch die Sonneneinstrahlung zu sublimieren, wobei auch Staub mit ausgeworfen wird: Der Komet wird aktiv. Leider ist nicht bekannt, wie dieser Auswurfmechanismus im Detail funktioniert. Um die dafür wichtigen Prozesse zu studieren, haben wir zusammen mit internationalen Kolleginnen und Kollegen das *Comet Physics Laboratory* (CoPhyLab) gegründet, in dem wir den Staubauswurf von Kometenanalognmaterialien studieren können. In den verschiedenen Experimenten vermessen wir die Eigenschaften der Proben, beleuchten die sich im Vakuum befindlichen Proben mit künstlichem Sonnenlicht und beobachten dabei mit zahlreichen Sensoren die Gasemission und den Staubauswurf.

Mit den auf den nächsten Seiten kurz beschriebenen Bachelorarbeiten können Sie uns bei der Suche nach den physikalischen Prinzipien hinter der Staubaktivität von Kometen unterstützen. Kommen Sie bei uns vorbei, und wir finden gemeinsam die richtige Bachelorarbeit für Sie, sei es im experimentellen Bereich, bei der Modellierung oder der im Bereich der Datenanalyse.



Thema: **Experimente mit Staub-Wassereis-Gemischen**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum**

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

Bereich: **Experimentdurchführung und einfache Auswertung**

## Beschreibung

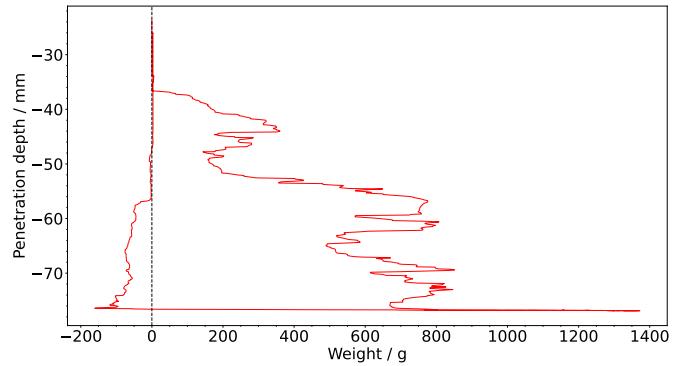
Kometen bestehen neben Wassereis unter anderem auch aus refraktären Stäuben. Im Labor werfen Proben aus granularem Wassereis feste Partikel aus. Allerdings kommt diese Aktivität zum Erliegen, wenn Staub hinzugefügt wird, im Gegensatz zu den Kometen, die einen hohen Staubanteil aufweisen und dennoch aktiv sind. Ziel dieser Arbeit ist es, Proben mit verschiedenen Anteilen von Staub und Eis zu untersuchen. Weiterhin entstehen unter Beleuchtung auch konsolidierte Lagen innerhalb der Probe. Diese können mit einem Cone Penetration Test vermessen werden, der mit allen Proben nach den Messungen in der Vakuumkammer durchgeführt werden soll.

## Aufgaben:

1. Einarbeitung und Literaturrecherche zum Thema Kometenaktivität und Experimente.
2. Herstellung von Proben aus Wassereis und Analogmaterial.
3. Durchführung von Experimentreihen mit verschiedenen Staub-Eis-Verhältnissen.
4. Diskussion der Ergebnisse mit dem *CoPhyLab*-Team.



Frame Index: 05959321 | Device Vendor: Mikrotron GmbH | Device Model: EoSens  
Quad1.15



Thema: **Kompressionsmessungen an Eis-Staub-Gemischen bis 500 MPa Druck**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum**

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

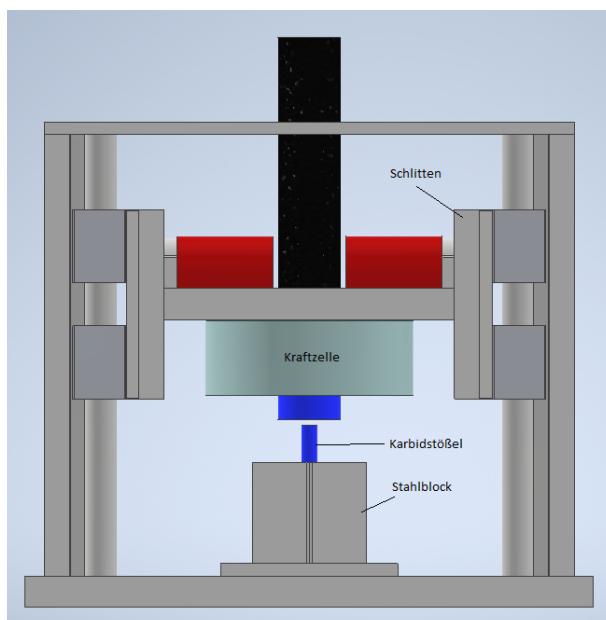
Bereich: **Experimentdurchführung und einfache Auswertung**

## Beschreibung

Während ihrer Entstehung erfahren große Planetesimalen (die Vorgänger der Planeten; heute noch präsent als große Asteroiden oder Kuiper-Gürtel-Objekte) sehr hohe Drücke in ihrem Inneren. Für die Erstellung von numerischen Simulationen des thermischen und mineralogischen Verhaltens und damit des inneren Aufbaus von Planetesimalen ist die Charakterisierung von Staub-Eis-Gemischen auch unter hohen Drücken in einem breiten Temperaturbereich relevant. Dafür soll ein bereits bestehender Versuchsaufbau ausgebaut und getestet werden. Im Anschluss werden verschiedene Staub-Eis-Gemische vermessen.

## Aufgaben:

1. Mit dem Versuchsaufbau, den Messgrößen und der Probenherstellung vertraut machen.
2. Durchführen der Experimente mit verschiedenen Mischungsverhältnissen.
3. Anpassungen für Messungen bei tiefen (und hohen) Temperaturen konzipieren und implementieren.
4. Durchführung von Messungen bei tiefen (100 K) und hohen (300 K) Temperaturen.



**Thema: Aufbau einer miniaturisierten Maschine zur Herstellung von mikro-granularen Wassereisproben**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum**

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

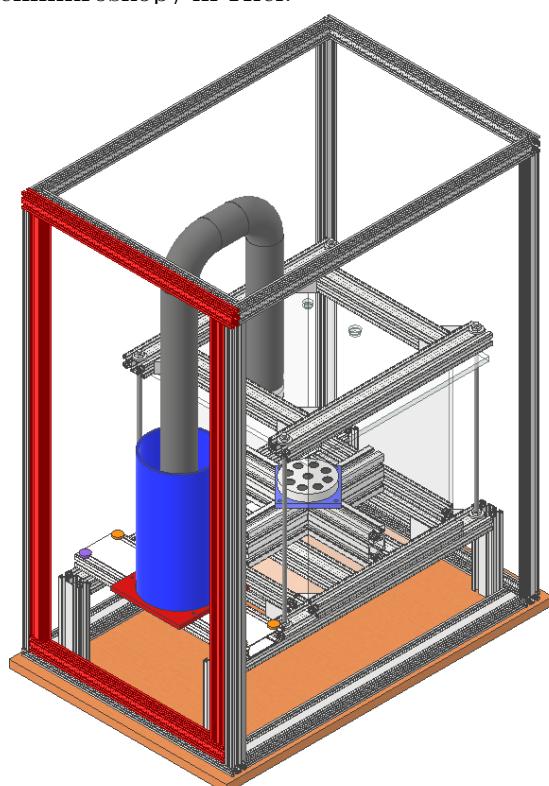
Bereich: **Versuchsaufbau und Evaluation**

## **Beschreibung:**

Das mikro-granulare Wassereis für unsere Experimente wird mit Hilfe einer selbst konstruierten Maschine hergestellt, die ein Wasservolumen von 40 Litern beinhaltet. Für Proben aus isotopisch markiertem Wasser ( $D_2O$ ) bzw. Gemischen von Wasser mit anderen Stoffen (z.B. Methanol oder gefärbtes Wasser) soll eine neue Maschine mit einer deutlich kleineren Wassermenge konstruiert werden. Die Schwierigkeit ist dabei, die Füllhöhe der Flüssigkeit und die Kühlung der Bauteile. Am Ende der Arbeit sollen die erzeugten Proben in ihren Eigenschaften vermessen werden.

## **Aufgaben:**

1. Einarbeitung und Verstehen der bisherigen Aufbauten.
2. Entwicklung einer Wasserkühlung zum Schutz der Bauteile und einer automatisch auslesbaren Füllstandsanzeige.
3. Aufbau der Maschine zur Herstellung von mikro-granularen Wassereisproben.
4. Vermessung der Wassereisproben intern und mit einem Cryo-SEM (kryogen gekühltes Rasterelektronenmikroskop) in Kiel.



Thema: **Erweiterung des geometrischen Modells zum Teilchenauswurf von granularen Proben**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum, Prof. Dr. Bastian Gundlach**

Vor-Ort-Ansprechpartner: **Christian Schuckart**

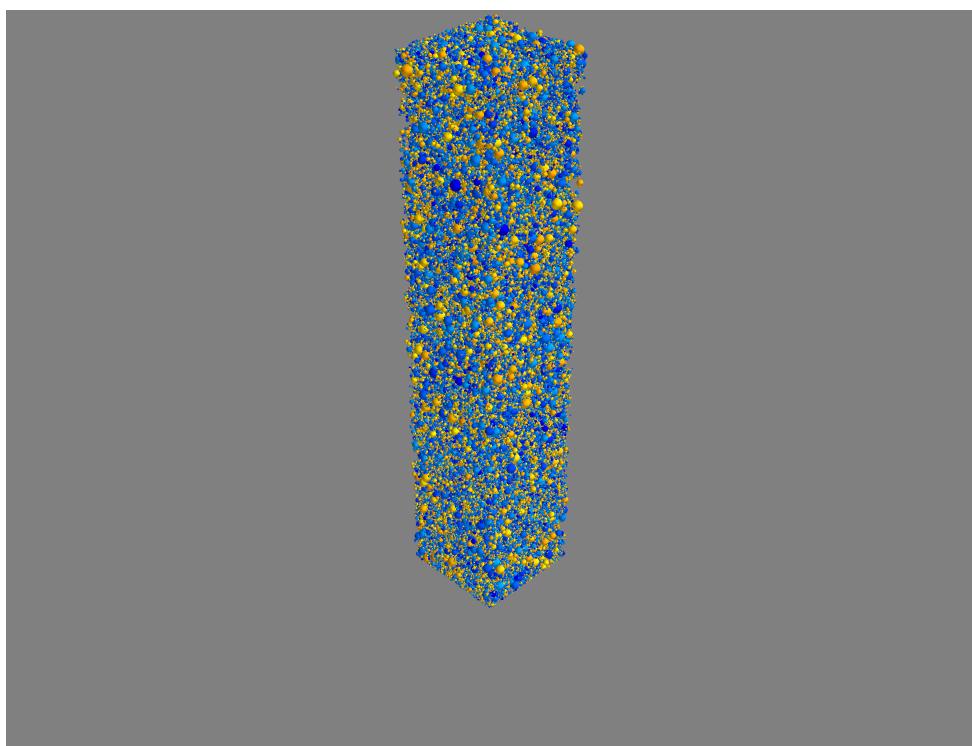
Bereich: **Numerische Simulation**

## Beschreibung

Die Teilchenaktivität von mikro-granularem Wassereis kann mit Hilfe eines geometrischen Modells näherungsweise beschrieben werden. Dabei sublimieren die kleineren Eisteilchen in den obersten Schichten schneller als die großen. Wenn ein Agglomerat von größeren Teilchen keine Verbindungen mehr zum Rest der Probe hat, wird dieses als Partikel ausgeworfen. Es gibt Hinweise darauf, dass die Annahme von keinerlei Kontakten zu einschränkend ist. Ziel dieser Arbeit ist es, das numerisch-geometrische Modell so anzupassen, dass bereits bei  $N$  Kontaktstellen (und nicht erst bei  $N = 0$ ) die Agglomerate ausgeworfen werden.

## Aufgaben:

1. Einarbeitung und Literaturrecherche zum Thema Kometenaktivität und Programmierung.
2. Verstehen des bisherigen geometrischen Modells.
3. Erweitern des Modells zum Ablösen von Teilchen mit  $N$  verbliebenen Kontaktstellen.
4. Berechnung des Teilchenmassenverlusts für die verschiedenen Kontaktstellen.



Thema: **Vermessen des Sinterverhaltens von reinem mikro-granularem Wassereis**

Betreuer: **Prof. Dr. Jürgen Blum**

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

Bereich: **Experimentdurchführung und einfache Auswertung**

## Beschreibung

Sintern ist ein thermophysikalischer Prozess, bei dem sich zwischen einzelnen Eisteilchen Hälse ausbilden, welche die mechanischen und thermischen Eigenschaften der Proben stark beeinflussen. Die Bildung dieser Hälse ist abhängig von Temperatur und Zeit und nicht reversibel. Bisherige Messungen der Sintergeschwindigkeit in Abhängigkeit der Temperatur passen nicht zu unseren anderen Messungen und thermischen Modellen; daher wollen wir das Sinterverhalten  $\mu\text{m}$ -großer Wassereispartikel detailliert vermessen. Die Idee hierbei ist, Eisproben bei einer definierten Temperatur für eine definierte Zeit in einer Hochvakuumkammer zu lagern und anschließend wieder auf Stickstofftemperatur zu kühlen, um den erreichten Sintergrad einzufrieren. Eine Sammlung solcher Proben, bei unterschiedlichen Temperaturen und Dauern hergestellt, soll dann in einem Cryo-SEM untersucht werden, um die Größe der Hälse zu vermessen und damit eine Wachstumsfunktion abhängig von Temperatur und Zeit zu gewinnen. Zusätzlich sollen bereits gemessene Temperaturverläufe ausgewertet werden, um die thermische Leitfähigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen festzustellen.

## Aufgaben:

1. Einarbeitung und Literaturrecherche zum Thema Sintern.
2. Präparation von Proben mit unterschiedlichen Sintergraden.
3. Vermessen der Proben in einem Cryo-SEM und Bestimmung der Sinterhalsgrößen.
4. Ermitteln einer Sintergeschwindigkeitsfunktion in Abhängigkeit der Temperatur.
5. Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Wassereis bei verschiedenen Temperaturen aus bereits gemessenen Daten.
6. Verknüpfung des Sintergrads mit der Wärmeleitfähigkeit.

