

Wunder der Materie

Völlig losgelöst!

Plasma-Forschung in Schwerelosigkeit

Plasmakristalle sind ein hervorragendes Modellsystem, um das Verhalten von Kristallen auf dem fundamentalsten Niveau einzelner Teilchen zu studieren. Die Partikel sind hier, im Gegensatz zu den Atomen, in ihrer vollständigen Dynamik sichtbar, z.T. sogar individuell manipulierbar. Zu dem kann an ihnen die Wechselwirkung von Plasma und Staub direkt beobachtet werden.

Studenten der TU München beim Fortgeschrittenen-Praktikumsversuch 'Plasmakristall'. Hier wird die Struktur des Plasmakristalls und sein Schmelzen studiert.



Anhand der Bewegung der Teilchen im Plasma lässt sich direkt auf die wirkenden Kräfte rückschließen. Im Labor ist jedoch die alles dominierende Kraft die Schwerkraft; die interessanten, plasmabedingten Kräfte sind darunter zumeist 'versteckt' und die erzeugten Kristalle sind flach und von zweidimensionaler Natur.



Plasmakristall im Praktikumsversuch. Die Teilchen schweben über der unteren Hochfrequenz-Elektrode. Bildbreite: ca. 3 cm.

Könnten wir die Schwerkraft ausschalten, so bekämen wir ausgedehnte dreidimensionale Systeme, an denen wir die plasmabedingten Kräfte besser studieren könnten. **Wie werden wir die Schwerkraft los?** Schauen wir uns einige Methoden im Hinblick auf Plasmakristalle an:

Methode	μ -g Dauer	μ -g Qualität	
Fallturm	~ 4 - 8 s	sehr gut	X
Parabelflüge	20 - 25 s	brauchbar	Ok
Raketenexperimente	6 - 20 min	sehr gut	Ok
Weltraumexperimente	Tage oder Monate	sehr gut	Optimal

Parabelflüge mit Plasmakristallen



Der Airbus beim Einflug in die Parabel.

Der Airbus A300 ZERO-G der französischen Firma Novespace dient der Durchführung von Experimenten in Schwerelosigkeit. Das Flugzeug fällt auf einer Parabelbahn, wodurch im Inneren für 22s Schwerelosigkeit herrscht.

"Ein frei fallendes Bezugssystem befindet sich im Zustand der Schwerelosigkeit." Um auf der Erde Schwerelosigkeit herzustellen, muss man also nur frei fallen! Naturgemäß ist die Schwerelosigkeit dadurch zeitlich begrenzt. In einem frei fallenden Flugzeug erreicht man jedoch immerhin Zeiten von 22 Sekunden - ausreichend für kurze Plasmakristall-Experimente.

Das Parabelmanöver besteht aus 20s 'Pull-up', 22s Parabelflug und 20s 'Pull-out'. Während Pull-up und Pull-out herrscht eine Belastung von 1,8g. Eine Kampagne besteht aus 90 Parabeln verteilt auf 3 Tage.



Das Plasmakristall-Team bei der 35. ESA Parabelflug-Kampagne im Okt. 2003 am Flughafen von Bordeaux-Mérignac (oben). Der 'PK-3 Plus' Aufbau im flugfertigen Zustand (rechts). Die Experimentatoren an einem zweiten Plasmakristallexperiment (PK-4) in der Parabelphase (unten).



Plasmakristall in Schwerelosigkeit. Wie erwartet, füllen die Teilchen nun das ganze Volumen der Kammer. Das ganze Volumen? Nein! In der Mitte bleibt ein partikelfreies Loch ('Void'), dessen Herkunft bisher nicht vollständig geklärt ist.

Die Parabelflüge dienen neben den wissenschaftlichen Fragestellungen aber auch dem Zweck, die Plasma-Anlagen für unser Hauptziel zu erproben: **Die Raumstation.**



PKE-Nefedov goes ISS

Plasmakristalle auf der Internationalen Raumstation ISS

Seit März 2001 befindet sich das Plasmakristall-Experiment 'PKE-Nefedov' an Bord der Internationalen Raumstation ISS. Es wurde damit zu dem ersten naturwissenschaftlichen Experiment auf der damals neuen Raumstation. Nach der allerersten ständigen Besatzung wurde das Experiment bisher von fünf weiteren Kosmonautenteams durchgeführt. PKE-Nefedov ist eine Zusammenarbeit zwischen dem Max-Planck-Institut in Garching (MPE) und dem Institut für hohe Energiedichten (IHED) in Moskau.



Ankunft: Kosmonaut Sergej Krikalev mit PKE-Nefedov an Bord der ISS, März 2001 (links). (Das Gerät wiegt auf der Erde 60 kg.) Experiment zur Planetenentstehung (Agglomeration) (rechts). Unten: Wachstum eines Plasmakristalls in Schwerelosigkeit.



Forschungseinrichtung:
Max-Planck-Gesellschaft

Institut:
Extraterrestrische Physik, Garching

Unter Leitung von:
Prof. Dr. Gregor Morfill

Kontakt:
Dr. Markus Thoma, thoma@mpe.mpg.de
Dr. Michael Kretschmer, mkr@mpe.mpg.de

Interessante Webseiten:
www.mpe.mpg.de/pke, www.mpe.mpg.de/pk4

Bildnachweis: MPE, MK, NASA, Novespace, Gagarin Cosmonaut Center

