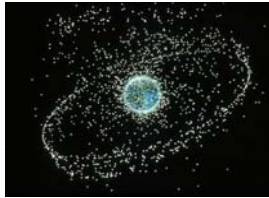


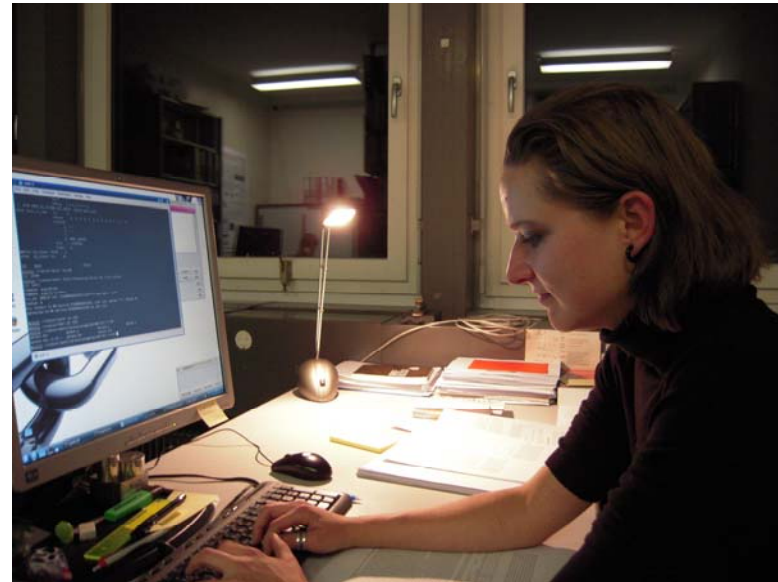
## SUCCESS STORIES

# Kosmische Müllkontrolle



**„Hatten Sie je das Gefühl, von Schrott umgeben zu sein?“ So begann Carolin Früh ihr Referat am interdisziplinären Studientag der Schweizerischen Studienstiftung und zeigte mit einem Überblick über ihre Forschung auf, dass dieses Gefühl durchaus berechtigt wäre. Nein, Carolin Früh ist keine Maschinenbauingenieurin, und sie beschäftigt sich auch nicht mit der Frage der Qualität in der Kunst. Sie doktoriert am Astronomischen Institut der Universität Bern. Interview: Nicole Schwyzer.**

Wie Carolin Früh erläutert, hat sich der Mensch nicht damit begnügt, seinen Abfall auf dem ganzen Globus zu verteilen, auch im All musste er seine Spuren hinterlassen – etwa nicht mehr funktionsfähige Satelliten, ausgebrannte Raketenoberstufen, weitere im Rahmen von Weltraummissionen freigesetzte Objekte wie Sprengbolzen, Schrauben oder Abdeckungen sowie Abertausende von Fragmenten solcher Objekte. Sie würden sich allesamt in der unendlichen Weite des Universums verlieren oder in der Erdatmosphäre verglühen, dachte man wohl. Weit gefehlt: Nur ein Teil des im Erdorbit zurückgelassenen Schrotts fällt im Laufe der Jahre oder gar Jahrhunderte auf die Erde zurück und verglüht. Viele Objekte verbleiben hingegen im sogenannten geostationären Ring, 36'000 km über der Erdoberfläche. Dort befinden sie sich auf einer stabilen Umlaufbahn, es gibt keinen natürlichen Prozess, der sie wieder aus dem geostationären Orbit herausmanövriert.



Für ihre Forschung entwickelte die Astronomin Carolin Früh gleich auch eine geeignete Software.

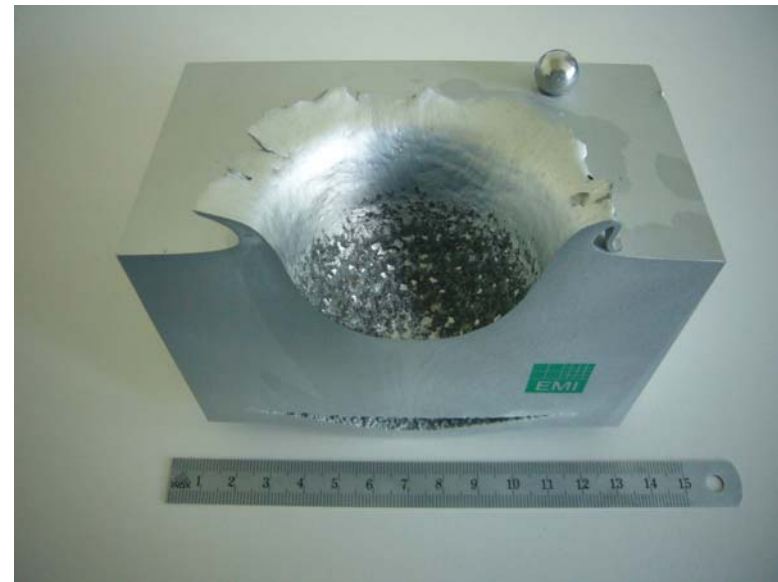
Auf dem kleinen Bild: Kosmische Müllhalde: ESA-Simulation der derzeit offiziell bekannten Population von Objekten im erdnahen Raum, bei 94 % der Objekte handelt es sich um Weltraumschrott.

Rund 12'000 solche Objekte hat das US Strategic Space Command (USSTRATCOM) katalogisiert. Nur 7% davon sind operationelle Satelliten – der Rest ist Weltraumschrott.

Die von USSTRATCOM registrierten Objekte sind jedoch nur die Spitze des Eisberges. Denn die Arbeitsgruppe der CCD-Astronomie, in der Carolin Fröh mitarbeitet, konnte mit Hilfe des Ein-Meter-Teleskops Zimlat in Zimmerwald bei Bern massgeblich dazu beitragen, aufzuzeigen, dass sich über 600'000 Objekte mit mehr als einem Zentimeter Durchmesser im erdnahen Raum befinden müssen. Die Arbeit erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der European Space Agency (ESA).

### **Schrott verursacht mehr als nur Blechschaden**

Was kann denn so ein kleines Schrottteilchen von einem Zentimeter Durchmesser schon bewirken? „Sehr grosse Schäden“, meint die Astronomin. Die Objekte bewegen sich alle in der etwa gleichen Höhe, jedoch mit unterschiedlichen Bahnneigungen und verschiedenen Geschwindigkeiten. Dadurch sind Kollisionen vorprogrammiert. Da die Objekte nicht langsam durch den luftleeren Raum schweben, wie wir es uns vorstellen, sondern gleichsam um die Erde rasen, sind die Zusammenstösse laut Carolin Fröh meist verheerend: „Die Relativgeschwindigkeiten betragen dabei mehrere Kilometer pro Sekunde. Zum Vergleich: Eine Gewehrkugel weist direkt nach der Mündung eine Geschwindigkeit von zirka 900 Metern pro Sekunde auf. Selbst kleinste Teile entfalten da eine enorme



Grosses zerstörerische Kraft selbst kleinster Schrottteile:  
Labormessung eines Einschlags von einer Kugel von 10 Millimetern  
Durchmesser auf einen massiven 7.5 cm hohen Aluminiumblock.

zerstörerische Kraft.“ Dies macht sie mit einem massiven, 7,5 Zentimeter hohen Aluminiumblock anschaulich, auf dem ein solcher Aufprall mit einem zehn Millimeter grossen Aluminiumkügelchen simuliert wurde. Die Druckwelle des Einschlages dringt bis zur gegenüberliegenden Seite des Würfels durch. Nicht zuletzt aufgrund der vielen Kollisionen entstehen auch immer mehr kleine Fragmente. So bildeten sich etwa am 10. Februar 2009 beim Zusammenprall des Iridium-Satelliten 33 mit dem ausrangierten russischen militärischen Kommunikationssatelliten Kosmos 2251 mit einer Relativgeschwindigkeit von 11,6 km/s zwei Wolken

aus rund 600 Trümmerteilen. „Es droht die Gefahr, dass früher oder später keine Weltraummissionen mehr möglich sein werden, und wir werden auch keine Satelliten mehr ins All schiessen können, wenn nichts getan wird“, warnt Carolin Früh. „Das bedeutet dann längst nicht nur, dass wir nur noch Kabelfernsehen empfangen können. Satelliten übernehmen heute viele wichtige Funktionen – denken Sie etwa an die Frühwarnfunktion von Wetter- und anderen Erdbeobachtungssatelliten.“

### **Ein junger Stern am Forschungshimmel**

Das Problem des Weltraummülls sickert nur langsam ins öffentliche Bewusstsein, selbst Carolin Früh weiss erst seit wenigen Jahren von dessen Existenz: „2006 habe ich auf dem Internet recherchiert, um eine geeignete Promotionsstelle zu finden. Dabei bin ich auf das Thema Weltraumschrott gestossen, etwas wovon ich noch nie zuvor gehört hatte.“ Auch in der Forschung handelt es sich um ein noch junges Gebiet, gerade das machte es für die junge Wissenschaftlerin besonders interessant. „Da gibt es noch so viele ganz fundamentale Fragen zu klären und so viel neues, unerwartetes zu entdecken“, strahlt sie. Dass sie sich nun am Astronomischen Institut der Universität Bern, eines der weltweit führenden Institute im Bereich der Weltraumschrottforschung, im Rahmen ihres Doktorats mit dem Thema beschäftigen kann, erachtet Sie als ein grosses Glück. „Unser Ziel ist es, in Erfahrung zu bringen, was da oben ist, wie viel davon und wo die Objekte sich zu

welchem Zeitpunkt befinden“, erläutert sie. Das tönt banal, ist aber keineswegs so einfach wie es scheint.

Selbst mit einem so leistungsfähigen Teleskop wie ZIMLAT im Observatorium Zimmerwald, können im geostationären Ring in 36'000 km Entfernung nur Objekte grösser als circa 25 Zentimeter beobachtet werden, und auch diese treten als blosse Lichtpunkte in Erscheinung. Eine erste Herausforderung besteht darin, solche Objekte von kosmischer Hintergrundstrahlung zu unterscheiden. Hierfür hat Carolin Früh verschiedene Ansätze, jedoch noch keine absolut zufriedenstellende Lösung. Gelöst hat sie hingegen die Frage, wie sie sicherstellen kann, dass sie innerhalb einer Beobachtungsserie unter tausenden von vorbeifliegenden Lichtpunkten die zu dem gleichen Objekt gehörenden Punkte finden kann. Hierfür hat sie gleich eine geeignete Software entwickelt. „Ich konnte von meinem Interesse fürs Programmieren profitieren“, meint sie bescheiden, „und musste mich dafür intensiv mit Bildverarbeitungssystemen auseinandersetzen.“

### **Kombination von Experimental- und theoretischer Physik zur Problemlösung**

Die genauere Identifikation des Objektes stellt ein weiteres Problem dar, das sie mittels Messung der Lichtkurven und Bahnbestimmung angeht. Die Änderung der Helligkeit des Objektes über die Zeit hinweg zeigt, wie es das Sonnenlicht reflektiert, und lässt somit Schlüsse zu auf seine

Materialien und Form sowie darüber, wie es sich im Raum und um die eigene Achse bzw. Achsen bewegt. Wenn jedoch alle drei Parameter unbekannt sind, erweist sich diese Aufgabe als äusserst knifflig. Dennoch konnte die Gruppe an der Universität Bern diesbezüglich viele konkrete Erfolge verbuchen. So beobachtete sie etwa zahlreiche neue Objekte mit einer sehr grossen Oberfläche im Vergleich zu ihrer geringen Masse und konnte diese als Bruchstücke von Isolationsfolie identifizieren, welche von Satelliten abgeblättert war – eine wichtige Erkenntnis für den Bau neuer Satelliten.

Die Königsdisziplin besteht jedoch darin, vorherzusagen, wo sich ein beobachtetes Objekt zu einem späteren Zeitpunkt befinden wird. Eigentlich seit der Formulierung der Keplerschen Gesetze im 17. Jahrhundert ein klassisches Thema der Astronomie; Doch die Zeitskalen betragen beim beobachteten Schrott nicht Jahre oder Jahrzehnte, sondern Stunden oder gar Minuten. Der kleinste Messfehler kann das Ergebnis enorm verfälschen. Zudem muss Carolin Früh für ihre Berechnungen auf die üblichen

Vereinfachungsannahmen der klassischen Planetenbahn-berechnung verzichten. Mit Stolz verweist sie darauf, dass ihre Forschungsgruppe im Allgemeinen dennoch die Position eines beobachteten Objektes innert dreissig Tagen mit rund 5 Kilometer Genauigkeit vorhersagen könne, was europaweit einzigartig sei. Das astronomische Institut der Universität Bern ist denn auch ein wichtiger Partner der ESA bei Aufbau eines europäischen Weltraumüberwachungs- und Warnsystems und liefert dafür bedeutende Grundlagenforschung.

### **Ihre Zukunft liegt in den Sternen bzw. in der Astronomie**

Dass sie auch nach Abschluss ihrer Doktorarbeit in voraussichtlich zwei Jahren weiter Pionierarbeit in der Weltraumschrottforschung leisten möchte, ist für die Nachwuchs-

forscherin klar: „Im Moment laufen zahlreiche Projekte auf internationaler Ebene an, da möchte ich unbedingt Teil davon sein.“ Für 2010 plant sie deshalb die Gründung einer eigenen kleinen Forschungsfirma als Spin-Off ihres Instituts und hofft damit unter anderem einen Teil der



Mit dem Ein-Meter-Teleskop ZIMLAT im Observatorium in Zimmerwald bei Bern hat Carolin Frühs Arbeitsgruppe den Weltraumschrott im Auge.

Forschungsaufgaben bei den bevorstehenden ESA-Studien übernehmen zu können.

Daneben möchte sie aber immer noch Zeit finden für ihre zweite grosse Leidenschaft – die Philosophie: „Ich habe bei meiner Studienwahl stark geschwankt zwischen Physik und Philosophie. Beide Fächer behandeln die grossen Fragen, die mich beschäftigen, und helfen Erklärungen zu finden – für die Erscheinungen einerseits der belebten und andererseits der unbelebten Natur.“ Ihre Lust auf „kontroverse Diskussionen über Gott und die Welt“ und ihr Interesse daran, „immer wieder über den Tellerrand zu blicken“, haben sie denn auch dazu bewogen, sich um eine Aufnahme in die Studienstiftung zu bewerben: „Ich sehe die Gefahr, dass man in sein Forschungsthema zu stark ‚reingesaugt‘ wird und blind wird für andere wichtige Themen. In der Schweizerischen Studienstiftung erhalte ich viele wichtige über mein Thema hinausführende Impulse. Ausserdem lerne ich dort spannende Schweizerinnen und

Schweizer kennen und erhalte in verschiedenen Veranstaltungen einen Einblick darin, wie die Schweiz „funktioniert“.“ Als gebürtige Deutsche in einem international zusammengesetzten Team hat sie in ihrem Alltag eher weniger Gelegenheiten, mit den helvetischen Eigenarten auf enge Tuchfühlung zu gehen und schätzt deshalb diese Gelegenheit sehr.

Aber auch in ihrem Fachgebiet konnte sie die Studienstiftung im letzten Jahr weiterbringen. Mit der finanziellen Unterstützung der Stiftung besuchte sie die „Advanced Maui Optical and Space Surveillance Konferenz und erhielt so die Gelegenheit, Kollaborationen auf den Weg zu bringen, die Community besser kennen zu lernen und ihre weiteren Zukunftsoptionen zu sondieren.

Carolin Früh doktoriert am astronomischen Institut der Universität Bern und wird seit 2008 von der Schweizerischen Studienstiftung gefördert.