



Früh begeistert von der Raumfahrtforschung: Prof. Sabine Klinkner hat seit 2015 den Lehrstuhl für Satellitentechnik an der Universität Stuttgart inne.

Immer am Limit

TEXT: Jutta Witte
FOTOS: Sven Cichowicz

Kleinsatelliten sind die Shooting-Stars der Raumfahrt. Für Prof. Sabine Klinkner sind sie der Nukleus ihrer Forschung und Lehre. Gemeinsam mit ihrem Team treibt sie die Entwicklung der kleinen Systeme voran, ohne die Klimaforschung, vernetzte Mobilität oder moderne Kommunikation nicht mehr möglich sind.

„Verrückt, dass man so etwas studieren kann. Das macht doch sonst nur die NASA.“ Das ging Sabine Klinkner durch den Kopf, als sie im Berufs- und Informationszentrum auf den Ordner „Luft- und Raumfahrt“ stieß. Mit guten Mathe- und Physiknoten im Gepäck und nach ein paar Schnupper-Vorlesungen startete sie 1996 an der Universität Stuttgart ihr Ingenieurstudium. „Bis heute begeistert mich, dass wir in der Raumfahrtforschung immer ans Limit gehen müssen und immer wieder vor neuen Herausforderungen stehen“, sagt sie. Denn einen Satelliten kann man nicht nach dem Baukastenprinzip fertigen. Er ist ein hochkomplexes System, das mit sehr begrenzten Ressourcen sowohl bezüglich des Materials als auch des Energieverbrauchs auskommen, aber äußerst anspruchsvolle Anforderungen erfüllen und vor allem eines sein muss: robust. Einmal auf die Umlaufbahn gebracht, kann die Bodenstation zwar Softwareupdates hochladen, zum Beispiel für das Missionsprogramm. Den Reset-Knopf aber kann sie nicht mehr drücken. So ist Satellitenforschung für Klinkner immer auch ein Abenteuer.

Bevor sie sich komplett der Wissenschaft widmete, arbeitete sie nach dem Studium zunächst zwölf Jahre in einem mittelständischen Systemhaus für Raumfahrtprodukte, baute wissenschaftliche Instrumente und Roversysteme – Roboter, die zur Erkundung der Oberfläche von Planeten eingesetzt werden. Und sie stemmte ihre berufs begleitende Promotion. 2015 kam der Ruf auf den neu geschaffenen Lehrstuhl für Satellitentechnik an der Universität Stuttgart, dem sie letztlich folgte, um mehr Gestaltungsfreiheit für ihre wissenschaftliche Arbeit zu haben. Klinkner brachte die Explorationsrobotik mit an die Universität – und sie begann, die Entwicklung von Kleinsatelliten zu forcieren, „die nicht nur überall in der Raumfahrt gebraucht werden, sondern auch das perfekte Thema für die Lehre sind“. →

→ Sie macht sich deshalb auch stark für eine „fundierte, hochqualifizierte und praxisorientierte Ausbildung“. Energie- und Kommunikationssysteme, Daten- und Thermalkontrolle, der Antrieb: Das sind nur einige der Subsysteme eines Satelliten, deren Zusammenspiel im All unter schwierigen Bedingungen orchestriert werden muss. Klinkner beteiligt ihre Studierenden so früh wie möglich an der Entwicklung. „Man muss diese Prozesse selbst in allen Phasen durchlaufen, um sie zu verstehen“, sagt sie. Den „Flying Laptop“, der im Sommer 2017 an Bord einer Soyuz-2-Rakete vom Weltraumbahnhof Baikonur ins All startete, haben zum Beispiel fast ausschließlich Studierende und Promovierende entwickelt, gebaut und für den Einsatz im Orbit qualifiziert. Dass er 600 Kilometer über der Erdoberfläche noch immer erfolgreich seine Runden dreht, ist ein gemeinsamer Erfolg.

MISSION ROMEO: MIT INNOVATIVER TECHNOLOGIE INS ALL

Wie rund 95 Prozent der Kleinsatelliten ist der „Flying Laptop“ in einer niedrigen Umlaufbahn, einem Low Earth Orbit (LEO), unterwegs. Mit ihrer neuen Mission „Research and Observation in Medium Earth Orbit“, kurz ROMEO, will Klinkner 2025 bis in den mittleren Orbit (MEO) vorstoßen. Er erstreckt sich bis auf eine Höhe von 36.000 Kilometern über der Erde und wird bislang relativ wenig genutzt. Ihn zu erreichen ist eine Herausforderung, einen Satelliten dort zu betreiben ebenso. Über die Umgebungsbedingungen im MEO und ihre Wirkungen auf Material und Technik ist bis jetzt wenig bekannt. Der neue 60 Kilo „leichte“ Forschungssatellit soll deswegen nicht nur Erdscheinbeobachtungen und Untersuchungen zum Weltraumwetter durchführen, sondern auch innovative Technologien zur Erprobung mit ins All nehmen. Das Forschungsteam will wissen, wie sie sich in einem Teil des Kosmos verhalten, der extremen Strahlungen ausgesetzt ist, und wie sie für zukünftige Satellitenmissionen in einem MEO fit gemacht werden können.

Neben einem grünen Wasserstoffantrieb und einem strahlungstoleranten Zentralrechner, den das Team erstmals aus Komponenten „von der Stange“ bauen will, soll ein kompaktes und leichtes Kommunikationssystem mit einem möglichst geringen Energiebedarf für die Datenübertragung im Amateur-X-Band mit an Bord gehen. „Das Kommunikationssystem ist mit das powerhungrigste in einem Kleinsatelliten“, erklärt Klinkner. Auf dem Weg vom Satelliten zur Bodenstation kommt es aufgrund unterschiedlicher Übertragungsverluste immer wieder zu Störungen des Signals. Damit ein Kommunikationssystem trotzdem stets zuverlässig funktioniert, wird es bislang konventionell ausgelegt, das heißt für das schlechteste Szenario. Dies erhöht jedoch nicht nur den Energiebedarf, sondern geht auch zulasten der Datenübertragungsraten.

FORSCHUNGSSATELLIT SOLL HÖHE VON 2000 KILOMETERN ERREICHEN

Um Ressourcen zu sparen und die Bandbreite optimal ausnutzen zu können, soll das neue System sich automatisch an die Bedingungen anpassen, die sich während eines Satellitenüberflugs laufend ändern. Mit Blick auf die ROMEO-Mission findet Klinkner eine solche Adaption „besonders interessant“. Denn der Forschungssatellit soll sich nach drei Monaten von einer niedrigen, kreisförmigen in eine mittlere, elliptische Umlaufbahn auf bis zu 2000 Kilometer Höhe hochschrauben. Überfliegt ein Satellit die Erde nicht in einem Kreis, sondern in einer Ellipse, werden die Umgebungsbedingungen noch volatiliter und die Anforderungen an ein Kommunikationssystem, das optimal eingestellt werden soll, verändern sich erheblich. Mit Blick auf diese besondere Herausforderung ist ROMEO für die →

95%

Rund 95 Prozent der Kleinsatelliten sind im Low Earth Orbit unterwegs.

Prof. Dr Sabine Klinkner

„Die riesige Faszination für mich ist, zu sehen, dass die Dinge, die ich baue, fliegen.“

→ Erprobung einer adaptiven Technologie zur Datenübertragung also die ideale Mission. Um den gesamten Überflug optimal für das Sammeln von Daten nutzen zu können, soll die KI-gesteuerte Bodenstation für jeden Zeitpunkt die optimale Signalkodierung für die Datenübertragung ermitteln und durchgeben. „So können wir das Beste aus der Mission herausholen“, sagt Klinkner. Sie rechnet mit einer Steigerung der Datenübertragungsraten um bis zu 100 Prozent.

Mit ihren Forschungsmissionen bewegt sie sich an der Schnittstelle zu einem expandierenden Markt, in dem Digitalunternehmen ebenso wie die Old Economy die Kleinsatelliten-Industrie puschen. Für den Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und den Verband Deutscher Ingenieure (VDI) sind sie längst eine „Schlüsselkomponente“. Von den rund 15.000 der bis 2030 startenden Satelliten machen sie nach Angaben von BDI und VDI 90 Prozent aus. Welche Rolle spielt die Wissenschaft angesichts dieses Booms? „Wir können ohne Marktinteressen neue Dinge erforschen, die später allen zugutekommen, und wir können wichtige Beiträge leisten zur Lösung drängender Probleme wie beispielsweise der Vermeidung und Beseitigung von Weltraumschrott“, sagt Sabine Klinkner.

Wie man angesichts des steigenden Verkehrsaufkommens im All für Nachhaltigkeit und Sicherheit sorgen kann, ist nur eine der spannenden Fragen, die die Raumfahrtforschung in Zukunft umtreiben dürfte. Klinkner fasst es so zusammen: „Wir müssen Technologien entwickeln, mit denen wir die Orbitbereiche sauber halten können, und neue erschließen.“ Trotz aller Abenteuerlust hat die Mutter zweier Kinder noch kein Ticket ins All gebucht. „Die riesige Faszination für mich ist, zu sehen, dass die Dinge, die ich baue, fliegen. Und das ist in der Raumfahrt nicht selbstverständlich.“ →



Boomender Markt: Kleinsatelliten sind weltweit gefragt. Prof. Klinkner arbeitet mit ihrem Team an der Weiterentwicklung der kleinen Technikwunder.

KONTAKT

PROF. DR. SABINE KLINKNER
Mail: klinkner@irs.uni-stuttgart.de Telefon: +49 711 685 62677