



Deutscher Rekord : 10 Satelliten gleichzeitig ins All

In Würzburg werden gerade 10 Satelliten für Erdbeobachtungs- und Telekommunikationsaufgaben von S⁴ GmbH und ZfT startklar gemacht. So viele deutsche Satelliten wurden bisher noch nie gleichzeitig ins All befördert. Es zeigt so die erarbeiteten Fähigkeiten zur industriellen Kleinserienproduktion von Kleinsatelliten. Gleichzeitig stellt der Nano-Satellit QUBE des ZfT für Quantenschlüsselexperimente neue Präzisionsrekorde im Orbit auf und der erste deutsche Pico-Satellit UWE-1 der Uni Würzburg feiert bereits 20-jähriges Jubiläum im All.

Vor 20 Jahren startete der erste deutsche Pico-Satellit UWE-1 (Universität Würzburg's Experimental-satellit mit weniger als 1 kg Masse) ins All, um Internet aus dem Weltall zu optimieren. Das im Gefolge ausgegründete unabhängige private Forschungsinstitut Zentrum für Telematik (ZfT) feiert dies nun durch Buchung des Raketenstarts mit der Rekordzahl von 10 Kleinsatelliten für Telekommunikations- und Erdbeobachtungsaufgaben. Die nächsten 10 werden auch schon zusammengebaut. Derweil stellt der am ZfT realisierte, schuhkartongroße Quantenkommunikations-Satellit QUBE seit August 2024 Rekorde für präzise Ausrichtung bei Kleinst-Satelliten auf, damit der fein gebündelte Laserstrahl aus 480 km Höhe die Antenne am Boden mit 80 cm Durchmesser trifft. Bei einer Vorbeifluggeschwindigkeit von 27.500 km/h muss er hochgenau nachdrehen, um ständigen Kontakt zur Kontrollstation zu halten.

Der vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderte Winzling QUBE-1 wurde mit spannender Elektronik zur Quantenschlüsselerzeugung und optische Datenübertragung gefüllt. BMFTR-Staatssekretär Dr. Jungk gab im Juli den Startschuss für die wissenschaftlichen Quantenexperimente vom LMU, FAU und MPG, die Grundlagen für eine spätere globale abhörsichere Datenübertragung schaffen sollen. Dieser Kleinst-Satellit wurde am Zentrum für Telematik gebaut und in umfangreichen Tests für's All vorbereitet. Das kompakte Präzisionslageregelungssystem, das diese genaue Ausrichtung ermöglicht, wurde von den Spezialisten der Start-up-Firma S⁴ – Smart Small Satellite Systems GmbH bezogen.

Der für die erste Jahreshälfte 2026 gebuchte Raketenstart bei SpaceX mit insgesamt 10 Satelliten von ZfT / S⁴ GmbH umfasst auch bereits den doppelt so großen, leistungsstärkeren Nachfolger QUBE-2. Er begleitet die drei TOM-Satelliten für 3D-Aufnahmen der Erde, den ersten CloudCT-Satelliten für verbesserte Klimavorhersagen und die fünf CuBy-Satelliten für Biomonitoring-Aufgaben zur frühzeitigen Waldschadenserfassung. „Hier werden innovative Kontrolltechnologien zur Selbstorganisation der Satelliten erprobt, die enormes Anwendungspotenzial auch in weiteren Bereichen eröffnen!“ freut sich ZfT-Vorstand Klaus Schilling. Leistungsfähige Bordcomputer tauschen sich direkt im All über Funkverbindungen aus, um selbständig das Multi-Satellitensystem für die jeweilige Situation optimal zu konfigurieren, ohne dass eine Bodenstation eingreift. Diese Ziele verfolgten bereits die 2020 gestarteten vier NetSat-Satelliten des ZfT. So wird ein effektiverer Betrieb der nächsten Generation globaler Satellitennetze weiter vorbereitet.

10 Satelliten parallel fertigzustellen und zu testen, erfordert Fähigkeiten die einen wichtigen Baustein für die am ZfT realisierte „Forschungsfabrik Kleinsatelliten“ beitragen. Es werden dabei anspruchsvolle Produktionstechnologien untersucht, die es der Raumfahrtindustrie in Europa ermöglichen sollen, im Wettbewerb mit USA und China künftige Satellitennetze für autonomes Fahren, (abhör-)sichere Kommunikation, kontinuierliche Erdbeobachtung oder Navigationsaufgaben herzustellen.

Ingenieurmodelle von UWE-1 haben mittlerweile ihren Platz im Deutschen Museum München und im Hermann-Obert-Museum Feucht gefunden. Durch diesen ersten, von Studenten gebauten Kleinst-Satelliten entstand mittlerweile ein ganzes Raumfahrt-Ökosystem aus Raumfahrt-Studiengängen, Forschungsinstituten und Start-up-Firmen mit zukunftsorientierten Arbeitsplätzen in Würzburg.

Die am ZfT erzielten Technologiedurchbrüche erhalten international höchste Aufmerksamkeit: für Forschungsdurchbrüche bei Kleinsatelliten erhielt Prof. Dr. Klaus Schilling 2025 den Engineering Science Award der International Academy of Astronautics (IAA) 2025, nach der Frank-J.-Malina-Medal der International Astronautical Federation (IAF) 2023.

Bildmaterial



Bild 1: Der Reinraum in Würzburg füllt sich mit kompletten Satelliten: Auf dem Board links die 3 TOM-Satelliten, rechts 2 CloudCT-Vorbereiter. Auf dem Tisch stehen 2 fertige CuBy, während der 3 gerade integriert und getestet wird.
(Quelle: Prachit Kamble, S⁴ GmbH, Würzburg)

Folgende weitere Fotos zur Illustration des Textes können gerne zur Verfügung gestellt werden:



Bild 2: Der erste deutsche Pico-Satellit UWE-1 (Universität Würzburg's Experimentalsatellit) seinem Entwickler Prof. Dr. Klaus Schilling vor dem Start 2005

(Quelle: Robert Emmerich, Universität Würzburg)



Bild 3: Start der Quantenschlüssel-experimente mit QUBE-I durch BMFTR-Staatssekretär Dr. Rolf-Dieter Jungk (mitte) flankiert von Quantenwissenschaftler Prof. Dr. Christoph Marquardt (rechts) von der FAU Erlangen und dem Satellitenverantwortlichen, ZfT-Vorstand Prof. Dr. Klaus Schilling (rechts).

(Quelle: Pressestelle LMU)



Bild 4: Blick in die „Forschungsfabrik Kleinsatelliten“ mit Dynamik-Testgeräten, Rütteltisch und mobilen Robotern zur möglichst realistischen Simulation der Weltraumumgebung im Labor.

(Quelle: Klaus Schilling, ZFT Würzburg)



Bild 5: Die Verleihung des Engineering Sciences Award der International Academy of Astronautics (IAA) durch IAA-Präsident John Schumacher, Klaus Schilling, IAA-Vizepräsident Wissenschaftsaktivitäten Ralph McNutt und IAA-Generalsekretär Jean-Michel Contant in Sydney, am Rande des weltweit größten Raumfahrtfachtreffens, dem IAC 2025.

(Quelle: Rei Kawashima, UNISEC)



Zusatzinformationen zu den erwähnten Satelliten:

UWE-1 (Universität Würzburg's *E*xperimentalsatellit) wurde aus den Berufungsmitteln an die Universität Würzburg mit internationalen Studenten innerhalb von 2 Jahren gebaut, inspiriert durch den CubeSat-Standard von Prof. Bob Twiggs, mit dem Professor Schilling als Consulting Professor an der Stanford University zusammenarbeitete. Dieser 10 cm-Würfel war der erste funktionierende Europäische Pico-Satellit mit einer Masse unter 1 kg. Er diente der Optimierung von Internet-Protokollen aus dem Weltraum.

NetSat (Networked Pico-Satellite Distributed System Control) wurde mit einem ERC Advanced Grant gefördert und hatte das Ziel, mit vier CubeSats autonome Formationskontrolle in einer 3D-Konfiguration durchzuführen, um damit neue Messprinzipien im Orbit zu ermöglichen. Es wurden hier Pionierarbeiten zu Formationskontrolle und auch zu deren Tests am Boden auf den Weg gebracht. NetSat wurde am 28.9.2020 in den Orbit gebracht

QUBE (Quantenverschlüsselung mit Cube-Sat) wurde vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im Rahmen des Forschungsrahmenprogramms der Bundesregierung für IT-Sicherheit: „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt 2015-2020 " gefördert. Die Nutzlast zur Erzeugung der Quantenschlüssel kommt aus den Teams von Prof. Dr. Weinfurter an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Prof. Dr. Marquardt von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen / Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, die optische Kommunikation von DLR IKN, während das ZfT für den Satelliten zuständig war.

TOM (*T*elematics earth *O*bservation *M*ission) wird im Wissenschaftsprogramm des Regional Leadership Summit (RLS) das Bayerische Wirtschaftsministerium (StMWi) gefördert und nutzt Formations-Technologien, um mit Photogrammetrie-Methoden 3D-Beobachtungen der Erdoberfläche und Atmosphäre durchzuführen, wie beispielsweise Charakterisierung der Verteilung von Aschewolken bei Vulkanausbrüchen. Der TOM-Satellitenbetrieb wird von RLS-Partnern auf 5 Kontinenten unterstützt.

CloudCT (Cloud Tomography by Satellites for Better Climate Prediction) durch eine Formation von 10 Nano-Satelliten mit der Fähigkeit zur hochgenauen Ausrichtung. CloudCT wird finanziert durch einen der europäischen Top-Forschungspreise, einem Synergy Grant des European Research Council (ERC). Zunächst wird ein Erprobungssatellit im Juni 2026 vorausgeschickt, dann sollen 10 Satelliten nachfolgen, die mit Computertomographie das Innere von Wolken scheinchenweise charakterisieren. Da Wolken einen signifikanten Beitrag zur Erd-Albedo und damit zur Erdenergiebilanz beitragen, Man erwartet hier eine verbesserte Basis für künftige Klimavorhersagen.

CuBy Bayerisches Satellitennetzwerk für Fernerkundung und Biomonitoring: Ziel ist es, durch fünf koordinierte Kleinsatelliten die komplette Fläche Bayerns alle 3 Tage mit Multi-Spektralkameras zu erfassen und Veränderungen, insbesondere im Hinblick auf entstehende Waldschäden durch Trockenheit, frühzeitig festzustellen. Gleichzeitig werden erfasste Kartierungs- und Geodäsie-Informationen vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung weiterverarbeitet und Nutzern zur Verfügung gestellt. S⁴ ist für die Realisierung der Satelliten zuständig

Forschungsfabrik Kleinsatelliten Technologien für Kleinserienproduktion werden aus dem „Industrie 4.0“-Kontext für den effizienteren Bau von Kleinsatelliten genutzt. Die Entwicklung geeigneter standardisierter Schnittstellen-Standards, fortgeschrittener Automatisierungstechnik und Robotik wird genutzt, um größere Stückzahlen in kurzer Zeit herzustellen. Hier wurde bereits die exemplarische Machbarkeit des Transfers von roboterbasierten industriellen Produktionsansätzen auf modulare Kleinstsatelliten umgesetzt und im Orbit demonstriert. Das ZfT wurde für diese Ansätze bereits 2017 im InnoSpacemaster-Wettbewerb mit dem 1. Preis des Airbus DS Challenge zur Satellitenproduktion ausgezeichnet.



Über die Würzburger Raumfahrtfirmen:

Das **Zentrum für Telematik (ZfT)** beschäftigt sich in Würzburg seit Gründung 2007 mit der Forschung und der Entwicklung fortgeschrittener Lösungen im interdisziplinären Bereich der Telematik (**Tele**kommunikation + Auto**mat**isierung + Informat**ik**), um Dienstleistungen an entfernten Orten bereitzustellen. Das ZfT ist ein unabhängiges Forschungsinstitut, das Schlüsseltechnologien in den Zukunftsfeldern Industrie 4.0, Internet der Dinge, Digitalisierung, Mobilität und Robotik, sowie Raumfahrtssysteme bearbeitet. Die Raumfahrtabteilung setzt Schwerpunkte bei Realisierung und Betrieb von Kleinst-Satelliten, Satelliten-Formationen und -Netzen, ebenso wie bei Nutzung des entsprechenden Anwendungs-Potenzials in der Erdbeobachtung und Telekommunikation. Bei innovativen Lösungen für verteilte, vernetzte Multi-Satellitensysteme konnte das ZfT in Europa an vorderster Front der Wissenschaft Akzente setzen, wie durch zahlreiche internationale Auszeichnungen und Forschungspreise dokumentiert ist. Das ZfT erhielt durch diese umfangreichen Erfahrungen die Verantwortung für die Implementierung zahlreicher aktueller Nano-Satellitenmissionen übertragen.

Weitere Informationen : <http://telematik-zentrum.de/>

Das KMU **S⁴ – Smart Small Satellite Systems GmbH** ist ein deutscher Technologieführer für fortgeschrittene Kleinsatellitenmissionen, insbesondere Multi-Satellitensysteme. Auf Grundlage seiner leistungsfähigen Lageregelungssysteme werden kooperierende Satelliten für ein großes Spektrum kommerzieller Anwendungen in Erdbeobachtung, Telekommunikation, Lokalisierung und Navigation realisiert. Für die ESA wurde so ein Lageregelungs-Baukastensystem entwickelt, das für ein breites Spektrum von Anwendungen eine flexible Kombination standardisierter Module aus Sensorik, Aktuatorik und Software zu leistungsfähigen Systemen gemäß Nutzerspezifikation ermöglicht. Es bietet Skalierbarkeit auf unterschiedliche Ausrichtgenauigkeiten, Satellitengrößen und Zuverlässigkeiten (Redundanzkonzepte). Die S4 GmbH betreibt hierfür sehr leistungsfähige Testanlagen zur Dynamik-Simulation.

S⁴ realisiert als Hauptauftragnehmer für ESA den Telekommunikationssatelliten LoLaSat, um aus dem VLEO mit minimalen Latenzzeiten 5G/6G-Netze aus dem All zu ergänzen. Bei der Biomonitoring-Mission CuBy ist S⁴ verantwortlich für 5 Satelliten, die eine regelmäßige Abdeckung des Zielgebietes mit hoher Auflösung durch Multi-Spektralkameras ermöglichen. So können zeitnah Informationen über sich anbahnende Waldschäden oder Naturkatastrophen erfaßt werden.

Weitere Informationen : <http://www.s4-space.com>