
ESA lädt Clear & Clean zur Mitarbeit am Mondstaub-Projekt DEAR ein

Clear & Clean steht jetzt in ihrer Reinheitsforschung vor faszinierenden Herausforderungen: Viele wissenschaftliche Fragestellungen könnten durch in einer Weltraum-Position gewonnene Daten Beantwortung finden. Dies gilt insbesondere für das Geo-Engineering als auch für die Überwachung terrestrischer Klimadaten aus einer extraterrestrischen Position heraus wie beispielsweise von der Mondoberfläche. Voraussetzung für die einwandfreie Datenerfassung ist jedoch stets die Reinheit der optischen Sensorflächen aller wirksamen metrologischen Systeme. Diese ist auf dem Mond durch bisher unkontrollierbares Feinstaub-Aufkommen gefährdet. Clear & Clean wurde vom Satellitenhersteller *OHB SE* zur Mitarbeit bei einem im April 2020 noch im Werden befindlichen ESA-Mondstaub-Projekt DEAR (Dusty Environment Application Research) vorgeschlagen und von der ESA bestätigt. Clear & Clean leistet zu zwei Teilbereichen der Weltraumforschung sowohl außerhalb als auch innerhalb des ESA-DEAR-Projekts folgende Entwicklungs-Beiträge:

- **Erste Entwicklungs-Aufgabe:** Die Schaffung ultrareiner Kollektor-Substrate zur Kontaminations-Bestimmung an Satelliten und anderen kritischen Oberflächen. Diese Arbeit erfolgt außerhalb des DEAR-Projekts in enger Zusammenarbeit mit dem Satellitenbau-Unternehmen *OHB SE*. Die Reinheits-Vorgabe für das Substrat beträgt < 1ppm Extraktionsmasse gemessen mit Extraktion in analytischen; nichtaquatischen Lösungsmitteln.

Die für Anlieferung, Montage und Weitergabe von Satelliten-Bauteilen spezifizierte Oberflächenreinheit erfordert den Einsatz Spuren-analytischer Prüfverfahren. Naheliegender wäre der sogenannte *Wipe-Transfer-Test*: Dazu wird ein Lösungsmittel-getränktes Substrat höchster Reinheit (Swab, Tupfer, Lappchen, Rolle) als Kontaminat-Kollektor wischend über die zu prüfende Objekt-Oberfläche geführt. Eine bestimmte Masse der Oberflächen-Kontamination gelangt durch die Wischbewegung auf das Kollektor-Substrat. Nach Extraktion durch ein geeignetes Lösungsmittel kann es mittels ATR-FTIR-Analytik oder GC-MS-Chromatografie nach Masse bzw. Wirkstoff bestimmt werden. Die Schwachstelle des in Aussicht genommenen Verfahrens war bisher die für Spuren-analytische Zwecke unzureichende Reinheit des Kollektor-Substrats. Zur Erhöhung der Masse-Differenz zwischen Substrat-Verunreiniger und Oberflächen-Abtrag war es nötig, ein wischfähiges und zugleich ultrareines Substrat anzufertigen. Nachdem die Projekt-Betreiber ein marktgängiges Substrat entsprechender Reinheit nicht identifizieren konnten, erinnerte man sich an die Substrate, die wir von Clear & Clean seinerzeit für die Langzeit-Lagerung des-Ur-Kilos an die PTB Physikalisch Technische Bundesanstalt geliefert hatten und baten uns um unsere Mitarbeit.

Wir nahmen die Herausforderung begeistert an und lieferten mess- und prüftechnisch eng begleitet vom *OHB Contamination Control Engineering* innerhalb einiger Monate brauchbare Prototypen. Das daraufhin entwickelte Clear & Clean-Kollektor-Substrat hat den eingetragenen Markennamen *SWABYTEX® Ultra* und steht ab Herbst 2021 interessierten Anwendern zur Verfügung. Wichtiger Teil der Entwicklung ist die Verpackungs-Gestaltung, da diese einen Produkt-äquivalenten Reinheitsgrad aufweisen muss. Verschiedene Verpackungs-Möglichkeiten werden erarbeitet und sind nun in der Erprobung.

- **Zweite Entwicklungs-Aufgabe:** Diese betrifft den Musterbau von Präzisions-Reinigungs-Vorrichtungen zur riefenfreien Entfernung abrasiver Feinstaub-Beläge von empfindlichen Oberflächen wie Sensoren, Spiegeln, Fensterscheiben und Objektiv-Linsen.

Die mitwirkenden Unternehmen/Institute beim DEAR-Mondstaubprojekt der ESA sind:

Microelectronica S.A. Das Unternehmen leitet die DEAR-Initiative als *Hauptauftragnehmer der ESA* einschließlich Produkt- und Qualitätssicherung sowie Systemtechnik. Die Aufgaben reichen von der Leitung und Steuerung aller technischen, programmatischen und kaufmännischen Aktivitäten des Projekts bis hin zur Sicherstellung der erforderlichen Anforderungen an Qualität, Design und Sicherheit. Ein firmeneigener Reinraum und die entsprechende Messtechnik sind ebenfalls vorhanden. Begleitet wird das Team von der Qualitätsabteilung des deutschen Raumfahrtssystem-Anbieters OHB SE. Nachstehend die Kollegen-Firmen in alphabetischer Reihenfolge:

- *acp systems AG* liefert ihre Erfahrungen und Testergebnisse für die Staubentfernung durch Düsen-Strahlreinigung mit überkritischen CO₂-Fluiden. Parallel zu möglichen Moon-City-Anwendungen wird dieses know-how als nützlich für den Speicherbetrieb von Regolithproben in *Mission MALT* und Verifikations-Prozessen angesehen.
- *Clear & Clean - Werk für Reintechnik GmbH*, ein Unternehmen für die Entwicklung und Produktion von CBW-Systemen (cleaning by wiping), bringt ihre Erfahrung auch auf dem Gebiet der Entwicklung von Kollektor-Substraten ein. Dort gibt es neben einem umfangreichen analytischen Labor auch 2 Reinräume und 6 Wischsimulatoren.
- *Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST* wird sich hauptsächlich mit der Simulation und Herstellung von Elektrodenstrukturen auf optischen Oberflächen befassen. Für alle geplanten Untersuchungen wird dort das Regolith-Simulant-Material der TU Braunschweig eingesetzt.
- *Fraunhofer-Forschungsinstitut EMFT* für Mikrosysteme und Festkörpertechnik liefert nach den Simulations-Ergebnissen des Fraunhofer IST mehrere Meter lange, dünne und flexible Substrate mit mikro-gemusterten Elektrodendesigns.
- *Gusland Consulting - Norway* wird die verfügbaren Technologien, insbesondere die Sensor-Technologien, kritisch analysieren, überprüfen und ist darüber hinaus für die Standard-Ausrüstung betreffend die elektrische Bodenunterstützung (EGSE) verantwortlich. Das Unternehmen hat Zugang zu Umweltprüf-Einrichtungen wie Wärme- und Vakuumkammern sowie Schwingungsschüttlern.
- *ÖWF Österreichisches Weltraum Forum* wird das Verhalten von Stäuben unter akustischer und Schwingungseinwirkung untersuchen. Das Verhalten von Staub auf einer Oberfläche während einer Schwingungsperiode und akustischen Wirkungen ist auf verteilendes oder entfernendes Verhalten zu untersuchen. Darüber hinaus werden textile Proben von Raumanzügen wie den vom ÖWF gebauten Raumanzug-Simulatoren Aouda X und Aouda S für Tests eingesetzt.
- *OHB SE*, Deutschlands bekannter und erfahrener Raumfahrtssystem-Anbieter leistet mit seiner Expertise nebst einer Staubprüfkammer in den relevanten Reinheitsaspekten seinen Beitrag durch Zusammenführung von Experten zu Arbeitsgruppen, Hilfestellung bei der Projekt-Koordination, Kommunikations-Steuerung und Sicherung des Gruppen-Zusammenhalts.
- *Technische Universität Braunschweig*, Institut für Raumfahrtssysteme liefert allen Beteiligten Partnern die erforderlichen Regolith-Imitat-Mengen.
- *University College Dublin* ergänzt das Konsortium durch die Bereitstellung eines Roboterarms zur Prüfung und Analyse der Auswirkungen von Mondstaub auf textiles Material. Zu diesem Zweck werden Original-Teile eines Raumanzugs (bereitgestellt vom Österreichischen Weltraumforum) gereinigt.