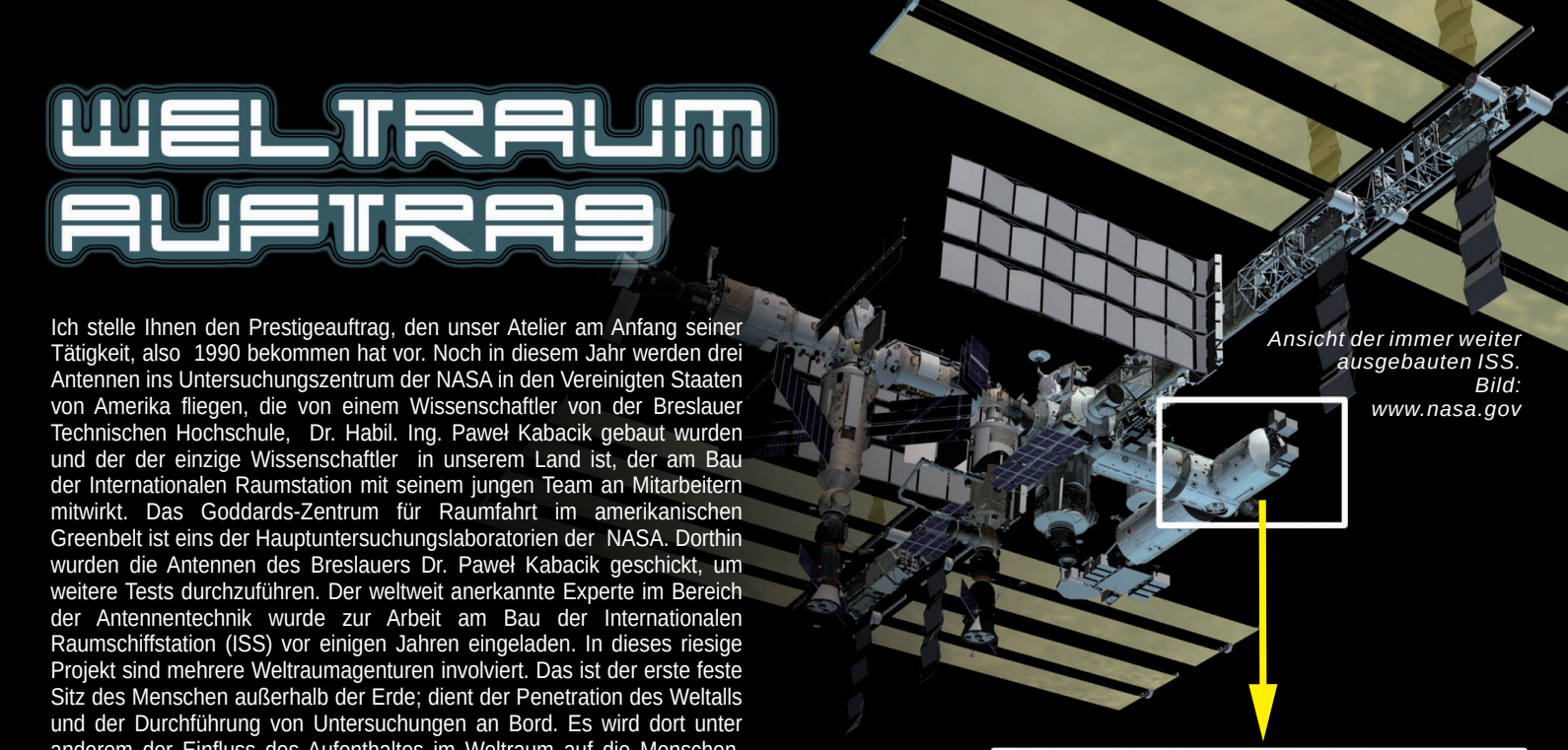
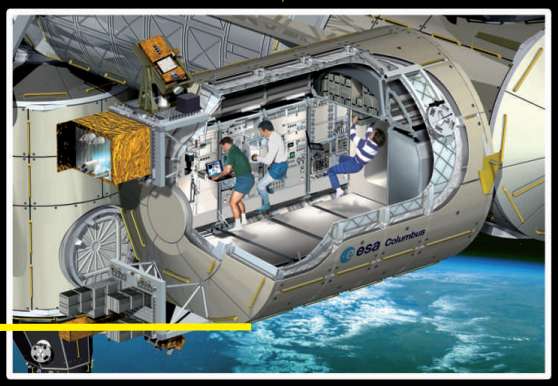
WELTRAUM AUFTRAG

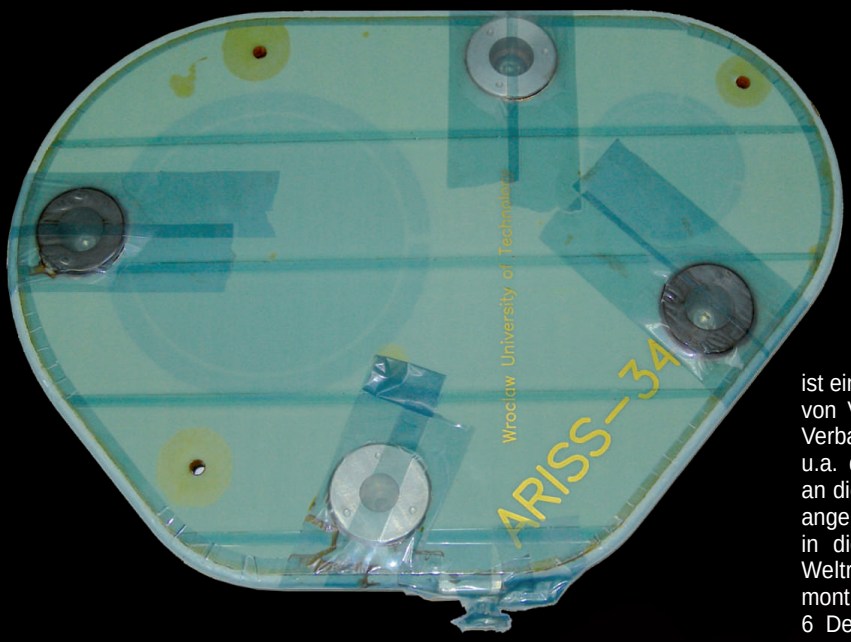
Ich stelle Ihnen den Prestigeauftrag, den unser Atelier am Anfang seiner Tätigkeit, also 1990 bekommen hat vor. Noch in diesem Jahr werden drei Antennen ins Untersuchungszentrum der NASA in den Vereinigten Staaten von Amerika fliegen, die von einem Wissenschaftler von der Breslauer Technischen Hochschule, Dr. Habil. Ing. Paweł Kabacik gebaut wurden und der der einzige Wissenschaftler in unserem Land ist, der am Bau der Internationalen Raumstation mit seinem jungen Team an Mitarbeitern mitwirkt. Das Goddards-Zentrum für Raumfahrt im amerikanischen Greenbelt ist eins der Hauptuntersuchungslaboratorien der NASA. Dorthin wurden die Antennen des Breslauers Dr. Paweł Kabacik geschickt, um weitere Tests durchzuführen. Der weltweit anerkannte Experte im Bereich der Antennentechnik wurde zur Arbeit am Bau der Internationalen Raumschiffstation (ISS) vor einigen Jahren eingeladen. In dieses riesige Projekt sind mehrere Weltraumagenturen involviert. Das ist der erste feste Sitz des Menschen außerhalb der Erde; dient der Penetration des Weltalls und der Durchführung von Untersuchungen an Bord. Es wird dort unter anderem der Einfluss des Aufenthaltes im Weltraum auf die Menschen, Pflanzen und Tiere geprüft.



Ansicht der immer weiter ausgebauten ISS. Bild: www.nasa.gov



Querschnitt COLUMBUS Bilder: ESAID.Ducros



Die obere Seite einer der vier Antennen vor dem Beschichten.

Die Antennen sehen unscheinbar aus: jede wiegt etwa so viel, wie ein Stück Butter und ist nicht viel größer als ein A4-Heft. Die Kosten für den Bau von vier Antennen inklusive Material und Dienste betrugen 220 Tausend PLN. Die Kosten für die Bearbeitung, die Tests, die Installation sowie den Bau der Prototypen überschreiten 400 Tsd. Euro. Die flachen, ovalen Antennen sind aus dielektrischen Sondermaterialen sowie Aluminium gebaut, die eine mehr als dreimal höhere Festigkeit als Stahl, Kupfer, Gold und andere Materialien besitzen. Die Antennen sollen mehrere Aufgaben erfüllen: sie werden den Wissenschaftlern in den Weltraumlaboratorien die Notkommunikation mit der Erde ermöglichen. Sie werden auch in den Schulen Direktübertragungen vom Weltraum ermöglichen. Sie werden den Astronauten Kontakt mit Funkamateuren weltweit ermöglichen. Da die Funkamateure das ganze Jahr und rund um den Globus bereit sind, sind się eine enorme Sicherung des Funkkontakts mit den orbitalen Belegschafts-raumstationen. Der Kontakt mit den Funkamateuren ist sofort möglich, wenn die Grundfernmeldewesen über Satelliten versagen würden. Ein wichtiger Bereich der Tätigkeit von Funkamateuren ist die Verbindung in erster Linie im Falle von Katastrophen. Viele Länder haben geschulte Teams von Funkamateuren, die sofort mit dem Notfunkkontakt dienen können sofern es nötig wäre, z.B. wenn das Polizeifunksystem ausgeschaltet wird. Gegenwärtig sind neue Installationen für Mikrowellenbänder L und S (1260 und 2400 Mhz) in Arbeit um die digitale Fernsehübertragung zu ermöglichen. ARISS ist eine non-profit Organisation, deswegen werden ihre Arbeiten generell von Volontären ausgeführt. Polen ist in ARISS durch den Polnischen Verband der Kurzwellensender vertreten. Die Antennen haben schon u.a. die Tests für mechanische und Temperaturbelastungen (się sind an die Arbeit in Temperaturen von minus 150 bis plus 150 Grad Celsius angepasst) sowie lange Qualifikationsprozeduren bestanden. Noch in diesem Jahr wird der Wissenschaftler aus Breslau sie auf der Weltraumfähre Columbus im Raumfahrtzentrum Cape Canaveral montieren. Ins Weltall werden sie an Bord der Weltraumfähre am 6 Dezember 2007 fliegen. Unser Atelier wurde von der Uniwersytet Wrocławski auf Empfehlungen der Lackierbranche zur Ausführung der Arbeiten ausgewählt, die mit der Beschichtung von Kleinstelementen der Antennen mit Sonder-, Mehrschichtlack aus

Das Atelier Airbrush - Vorbereitung der Elemente für die Lackierung

französischer Herstellung verbunden waren. Die Bilder und Illustra-tionen erläutern die Stelle der Montage von Antennen und die Position des europäischen Moduls Columbus auf der ISS. In unser Atelier sind Antennen geliefert werden, die mit Sonderschutzfolie geschützt waren. Der Umriss der Oberfläche der ganzen Antenne betrug ~ 300 x 220 mm. Die Aluoberflächen, die auf dem Foto zu sehen sind, waren im Brennpunkt unseres Interesses. Die Außendurchmesser eines jeden der zwei „Teller" aus Aluminium betrugen etwa 33 mm.

Die inneren Zylinderbuchsen waren etwa 10 mm tief. Die unten sichtbaren Buchsen der Köpfe der Sechskantschrauben sollten wir vor eventueller Lackbedeckung schützen. Auf dem Foto, am unteren Rand der Antenne entlang, rechts von der Mittelachse des Fotos ist die unregelmäßige Form einer abgerundeten Kante zu sehen. Das ist ein herausstehender Teil des größeren Aluminiumelementes, das in die Mitte des Verbundstoffpaneels eingeklebt worden ist. Die Elemente der,

Antenne präzise Maskierung der Elemente.

auf dem Foto zu sehenden Seite sollten wir auch lackieren. Alle Tätigkeiten (Reinigen, Maskieren, Vorbereitung auf die Lackierung) sind von Dr. Kabacik beschrieben und fotografiert worden. Der Wissenschaftler hat die, in unserem Atelier auszuführenden Arbeiten nicht eine Minute aus dem Auge gelassen. Das Separieren und das Maskieren der Elemente

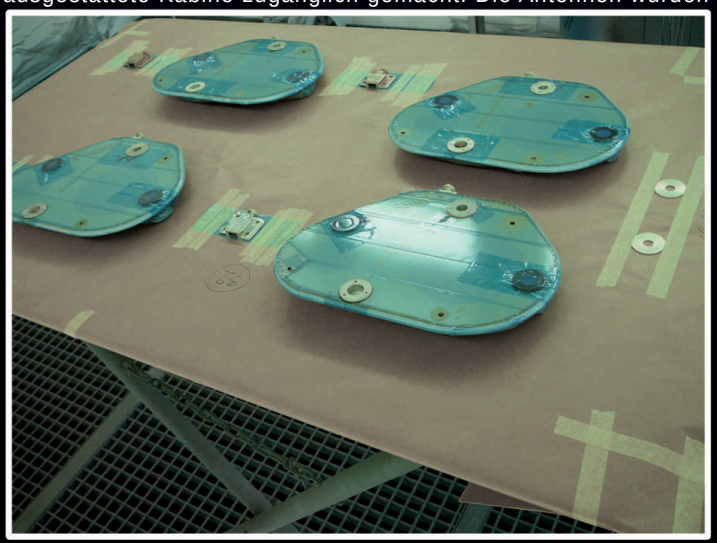
Die Tätigkeiten der Maskierung wurden auf den vier Antennen wiederholt.

wurde in sterilen Handschuhen ausgeführt, um direkten Körperkontakt mit den Einrichtungen zu vermeiden. Etwaige Verschmutzungen könnten in chemische Reaktionen mit Bestandteilen des französischen Sonderlacks MAP kommen. Im Laufe der Arbeiten habe ich immer mehr über den wissenschaftlichen und materiellen Wert der Objekte erfahren, die innerhalb von 7 Tagen in meinen Händen waren. Es trifft sich gut, weil ich mich schon von Kindheit an für das Weltall interessierte. Mein Vater war Physik- und Astronomielehrer und meine Mutter hat ihr ganzes Leben lang im Fernmeldewesen gearbeitet. Zu Hause

MAP französischer Hersteller der speziellen Weltraumlacke.

Andrzej Karpiński mit Antennen in der Kabine der Firma Multichem.

alle Teile der Antenne samt Zubehör zum Streichen fertig. Zum ersten Mal sollte ich mit dem Material MAP streichen. Die Dokumentation der Anwendung des Lacks und seiner Komponente bekam ich zusammen mit den Antennen. Aus der Beschreibung ging hervor, dass ich eine chemische Waage verwenden soll, und vor allem eine saubere Lackkabine. Als Ort der Ausführung dieses Teils meiner Arbeit habe ich das Labor Profix der Firma Multichem des Herstellers von Kfz-Lacken gewählt. Es wurde mir eine voll ausgestattete Kabine zugänglich gemacht. Die Antennen wurden



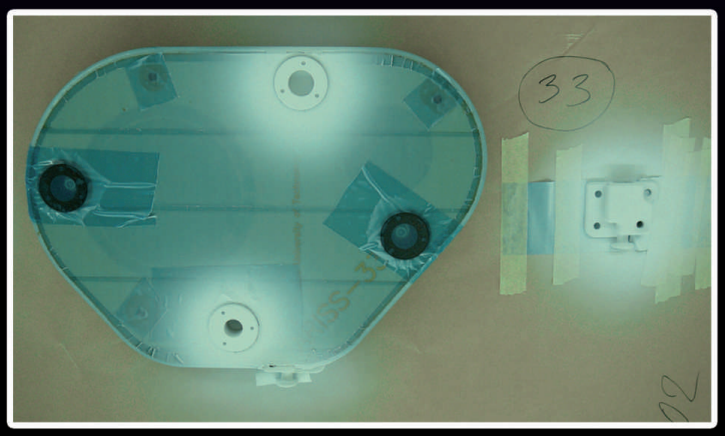
Elemente bedeckt mit einem speziellen, transparenten Grundieranstrich MAP.

transportiert und auf den entsprechenden Platz in der Kabine gelegt. Der Hauptgrund der Arbeit an solchem Ort war die Notwendigkeit, eine entsprechende Temperatur des Innenraumes herzustellen. Die von dem Hersteller angegebene Grenzzündtemperatur des Lacks betrug 7 °C. Ich habe nur 300 ml aller Komponenten bekommen und die Arbeit durfte nicht wiederholt werden. Der Lack SG121 wurde

Auftragen der ersten, feinen Lackschicht.

Auftragen der weiteren Lackschichten MAPCOATINGS

von einer Fabrik in Frankreich mit einem speziell gesicherten Lastkraftwagen des Herstellers gebracht. Der Lack war etwa 5 Tsd. PLN wert. Das ist ein Lack, der sich durch hohe Wärmeleitfähigkeit, fast so wie Aluminium auszeichnet. Er darf bis 150°C verwendet werden. Nach dem Plazieren der Antennen und sonstigen Elementen habe ich eine große Verpackung aus EPS mit MAP-Komponenten ausgepackt. Im Mischraum wurde die erforderliche Temperatur eingestellt und ohne Furcht konnte ich die Sonderverpackungen mit den Komponenten tragen. Zuerst habe ich, laut der Dokumentation, einen transparenten Grundieranstrich PSX Primer MAP aufgetragen. Die empfohlene



Fertige, gestrichene Elemente der Antenne und der Speisedose.

Trocknungszeit des Grundieranstriches betrug 2 Stunden. In dieser Zeit habe ich auf einer chemischen Waage den Grundlack SG121 FD und Härter Sg121 in dem Verhältnis 86 :14 zubereitet. Unentbehrlich war hier Apothekergenauigkeit. Dann, nach dem genauen Vermischen der Komponenten habe ich 15% des Lösemittels Serie SG121 FD hinzugefügt. Ich habe richtige Proportionen der Mischung bekommen, deren Nutzungszeit max. 2 Stunden beträgt. Jetzt konnte die Temperatur auf 20°C

Gestrichene Speisedose der Antenne. Die charakteristische Oberflächenstruktur der Farbe ist zu sehen. Diese Oberflächenstruktur erschwert unerwünschte Lichtreflexionen.

erhöht werden, weil die Zündtemperatur die Materialen vor der Verbindung betraf. Das Auftragen des Lacks fand in drei Phasen mit 15 Minuten Pausen statt. Die erste: die dünnste Filmschicht, die zweite: etwas dickere, aber nicht voll deckende und die dritte

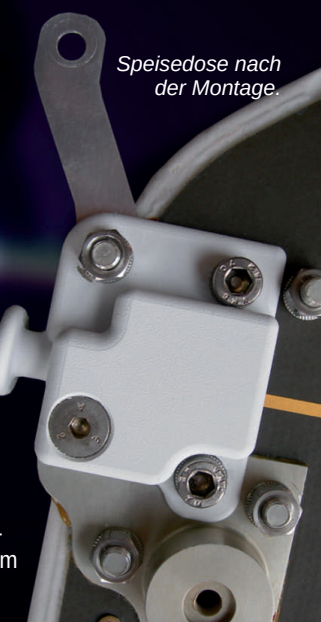
Ansicht einer der Befestigungen der Antenne und des Teils der Speisedose.

Endschicht: die dickste voll deckende Schicht. Der Lack verhielt sich untypisch. Während des Streichens hat er Glanz gehabt und während der empfohlenen Pausen trocknete er nach und nach bis zu Kreidematt. Nach Beendigung des Streichens hatten alle Elemente ein tiefes, schneeweißes Matt mit leichter Oberflächenstruktur. Es waren keinerlei Verschmutzungen oder eine unebene Lackschicht zu erkennen. Keine Verbesserungen kamen wegen der

Solche Unterlagselemente werden die Antennen mit dem Modul COLUMBUS verbinden.

Fristfestsetzung, der genannten Komponentenmenge und der eigenartigen Lackstruktur in Frage. In den Anleitungen war eine Anweisung für eine fünftätige Trocknungszeit. Die Antennen mussten in der Kabine bis zum 6 Mai 2007 bleiben. Dann wurden sie in das Atelier Airbrush gebracht, wo die Qualitätskontrolle der Lackierung stattfand. An der Breslauer Technischen Hochschule wurde die Maskierung entfernt und die Antennen wurden zu weiteren Tests weitergeleitet. Dieser Moment war der Abschluss unserer Teilnahme an den Arbeiten. Jetzt warteten wir auf die Information von Dr. Paweł Kabacik über die durchgeführten Tests der Einrichtungen. Nach einigen Tagen haben wir gute Informationen erhalten. Die Antennen

Antenne nach dem Streichen der Elemente und Entfernung der Maskierung.



Speisedose nach der Montage.

Eine Schraube M5, die die Antennen und das Modul Columbus verbindet, kostet fast anderthalb Tausend Dollar.

waren schon seit dem 10. Mai 2007 in den Laboratorien ESTEC (Wissenschaftliches und Technologisches Zentrum der Europäischen Weltraumagentur) und haben die Tests einer lang anhaltenden (200 Sekunden) Vibrationsüberlastung mit der Leistung von 40g im

Bereich einer Frequenz von 5 bis 2000 Hz erfolgreich bestanden. Das ist ein außerordentlich schwieriger Test. Der Zeitpunkt für den Weg der Antennen in die Umlaufbahn kam immer näher. Bis Ende Mai 2007 dauerte die mehrwöchige Prozedur „clearance“ des Teams von Dr. Paweł Kabacik für die Zulassung zu bestimmten Räumen, Hallen und Bauten der NASA. Dies erlaubt, die Installations- und Messarbeiten bei bestimmten Weltraumfähren. Seit Juni ist eine der vier Antennen schon bei NASA Goddard Space Flight Center (www.gsfc.nasa.gov).

Der 27 Mai 2006, Transport des Moduls COLUMBUS mit dem Sonderflugzeug Airbus Beluga. Foto: ESA.

In der Vakuumkammer wurde die Schicht SiO2 aufgetragen, die zur Sicherung der Antenne vor Auswirkungen des Atomsauerstoffs (ATOX) unentbehrlich ist. Er hat große Konzentration auf der Antennenseite, die der ultravioletten Strahlung ausgesetzt ist. ESA und NASA haben die Frist der Montage von Antennen für den Zeitraum vom 17. September bis zum 18. Oktober 2007 festgelegt. Das ist mit der Drehung des Moduls um 90 Grad verbunden, so dass sein Unterteil frei von der Brücke aus auf Armhöhe

COLUMBUS und von links: Oliver Amend (AATiS), Alessio Festa, (ESA), Siegfried Keiderling (EADS-ST), Gerd Prubush (EADS-ST) Arkadiusz Bynads (Breslauer Technische Hochschule), Paweł Kabacik (Breslauer Technische Hochschule), Ralf Lehmann (EADS-ST). Foto: AATiS / DG6BCE.

Paweł Kabacik demonstriert die Position der Antenne auf dem Paneel des Moduls COLUMBUS Foto: AATiS/DG6BCE

zugänglich ist. Dr. Paweł Kabacik mit seinem Team wird die Montage der Antennen zusammen mit den Spezialisten von EADS, ESA, NASA, Boeing, Thales-Alenia Space, AOES durchführen, die Polen werden bei der NASA am Cape Canaveral an einer Schulung im Bereich der Sicherheit teilnehmen. Die Montagearbeiten werden von einer Gruppe von 20 Personen durchgeführt. Der Eingang in High Bay ist unter Geleit und wird von vielen Stellen auf- gezeichnet. ESA und NASA haben allen Doktoranden des Dr. Kabacik Eingang in High Bay des NASA Kennedy Space Centers in Florida und die Besichtigung der Weltraumfähren ermöglicht, die zur Zeit auf den Weltraumflug in diesem Jahr und in nächsten Jahren vorbereitet werden. Neu ist, dass ein Teil des polnischen Teams an der Montage der Antennen mit Dr. Kabacik auf dem Rumpf des Moduls COLUMBUS beteiligt wird. Bis zum 21. September wird in Bremen die Überprüfung des Moduls Columbus stattfinden. Am 18 Oktober erfolgt im Kennedy Space Flight Center der Test der Funkstrecke. Die Europäische Weltraumagentur (ESA), seit dem 1975 mit Sitz in Paris, bezweckt die Untersuchung und Nutzung des Weltraums. Der ESA gehören 17 Mitgliedstaaten an, u.a. Österreich, Frankreich, Griechenland, Spanien, Irland, Deutschland, Portugal, Schweden, Schweiz, Großbritannien, Italien. Das Hauptziel der ESA ist u.a. die Bildung einer Raketenflotte, Herstellung eines Transportschiffes sowie des Satellitennavigationssystems Galileo. Die Agentur verwirklicht das Programm der Mars- und Venusraumsonde. Im Jahre 2001 ist von der ESA das Programm PECS ausgearbeitet worden, also ein Plan für in Europa zusammenarbeitende Staaten. Zurzeit nehmen daran Tschechen, Ungarn und Rumänien teil. Polen hat die Vereinbarung am 27 April 2007 als letzter Staat unterzeichnet, Im April 2008 sollten die, zur Ausführung bestimmten wissenschaftlichen Aufgaben für polnische Teams begonnen werden.

Andrzej Karpiński und Dr. Paweł Kabacik im Atelier in Skórzewo.

Das Programm PECS ermöglicht, neben der schon vorhandenen wissenschaftlichen Zusammenarbeit, eine Kooperation von inländischen Firmen mit der europäischen Weltraumindustrie. Die Hauptaufgabe ist Vorbereitung der neuen Staaten auf eine volle Mitgliedschaft in der ESA und eine Erleichterung, die Distanz im Verhältnis zu westlichen Ländern aufzuholen. Die Mitglieder des Programms PECS zahlen 2 Mio. Euro jährlich. Die Mindestbeiträge betragen 20 Mio. Euro. In Wirklichkeit zahlen viele Länder viel mehr als sie sich verpflichtet haben zu zahlen, z.B. reiche europäische Länder zahlen 400 Mio. Euro jährlich. Unser Problem ist der Mangel an Teams und Führungskräften, die sich den Arbeiten aus dem Bereich der Weltraumtechnik anschließen könnten. Wie sagt man so schön: besser später als nie...

Text und technische Bearbeitung: Andrzej Karpiński

Der Artikel ist von **Dr. Habil. Ing. Paweł Kabacik** von der Uniwersytet Wrocławski, Institut für Telekommunikation, Teleinformatik und Akustik, Abteilung für Elektronik autorisiert. Das vorliegende Material ist mit Einwilligung der Europäischen Weltraumagentur ESA, der Amerikanischen Weltraumagentur NASA, Hersteller der Sonderlacks MAP SPACE popularisiert. Logo und Fotos im Artikel wurden mit Einwilligung der oben genannten veröffentlicht.

www.esa.int www.nasa.gov www.map-coatings.com

AIRBRUSH & DESIGN · KARPIŃSKI
SPECJALISTYCZNA PRACOWNIA REKLAM NA POJAZDACH
WWW.AIRBRUSH.COM.PL
60-185 Skórzewo, ul. Morwowa 23, tel. 0 61 8143544

Cape Canaveral in Florida (USA), Startplattform der Weltraumfähren