

VDI-Technologiezentrum
Physikalische Technologien
Graf-Recke-Straße 84

40239 Düsseldorf

NAME
Dr. Sven Vetter
DATUM
16. Mai 2003
TELEFON
0421 538 5468
TELEFAX
0421 538 3081
E-MAIL
sven.vetter@airbus.dasa.de
UNSER ZEICHEN
RP0303530
IHRE ZEICHEN

Schlussbericht des Verbundprojektes: Erforschung neuer homogener atmosphärischer Plasmen und ausgewählter Anwendungen.

1. AUFGABENSTELLUNG

Ziel des Vorhabens „Erforschung neuer homogener atmosphärischer Plasmen und ausgewählter Anwendungen“ ist die Erarbeitung und Bewertung innovativer homogener und „quasi homogener“ Barrierenentladungen bei Atmosphärendruck bezüglich ihrer technischen, ökonomischen und ökologischen Brauchbarkeit im industriellen Einsatz.

Im Vordergrund des Interesses stehen Prüfungen an luftfahrtrelevanten Werkstoffen, in wie weit atmosphärische Plasmaprozesse für die Prozessschritte Reinigen, Materialabtragen bzw. Aktivieren und Auftragen von haftvermittelnden Schichten geeignet sind. Im Verbund mit üblichen Anstrichstoffen wird untersucht, ob Verfahren und Oberflächenmodifikationen den luftfahrtüblichen Anforderungen an den Oberflächenschutz entsprechen.

**AN EADS JOINT COMPANY
WITH BAE SYSTEMS**

BANKVERBINDUNGEN:
DRESDNER BANK AG, HAMBURG
KONTO NUMMER 915 859 500
BANKLEITZAHL 200 800 00
DEUTSCHE BANK AG, HAMBURG
KONTO NUMMER 024 8500
BANKLEITZAHL 200 700 00
VEREINS- UND WESTBANK AG, HAMBURG
KONTO NUMMER 223 941
BANKLEITZAHL 200 300 00
BREMER BANK, BREMEN
KONTO NUMMER 102 165 500
BANKLEITZAHL 290 800 10

AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH
SITZ DER GESELLSCHAFT: HAMBURG
REGISTERGERICHT:
AMTSGERICHT HAMBURG HRB 43527
VORSITZENDER DES AUFSICHTSRATES:
NOËL FORGEARD
GESCHÄFTSFÜHRUNG:
GERHARD PUTTFARCKEN, VORSITZENDER
JÖRG RISCHKE
DR. ANDREAS SPERL

POSTANSCHRIFT:
HÜNEFELDSTRASSE 1-5
28199 BREMEN
TELEFON +49 (0) 4 21 5 38-0
TELEFAX +49 (0) 4 21 5 38 33 20
GESCHÄFTSGEBÄUDE:
HÜNEFELDSTRASSE 1-5
28199 BREMEN
DEUTSCHLAND
WERK BREMEN

2. VORAUSSETZUNGEN, UNTER DENEN DAS VORHABEN DURCHGEFÜHRT WURDE

Langfristig sollen die in der Luftfahrtindustrie üblichen nasschemischen und arbeitsintensiven Verfahren durch weniger Umwelt und Mitarbeiter belastende Verfahren ersetzt werden. Im Rahmen von Sanierung oder Neuerstellung solcher Anlagen muss zur Realisierung von Technologiesprüngen für die vorhandenen Verfahren der Ersatz von Alternativen geprüft werden. Generell besteht daher folgende Erwartungen an ein neues Beschichtungsverfahren im industriellen Einsatz:

Einsatz umweltfreundlicherer Verfahren in der Einzelteilfertigung

- Schonung der Ressourcen : Wasser, Energie
- Ersatz unerwünschter Medien: chromathaltige Chemikalien in Bädern und Anstrichstoffen
- Vermeidung von Anstrichstoffen: Schlämme

Ersatz von mechanischem Schleifen in der Endlackierung zum Aktivieren der Oberfläche

- Gleichmäßiger, minimaler Abtrag zur Aktivierung der Entlackierung: Vermeidung unerwünschter Stäube
- Auftrag von Haftvermittlern bei schwierigen Materialien: Titan
- Vermeidung von Verunreinigungen an kritischen Stellen: Nietköpfe

Aktivierung der Oberflächen neuer Faserverbundwerkstoffe

3. PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS

1 Probenherstellung

Zuschnitt von Blechen, Oberflächenbehandlungen (chemisches Fräsen, CAA, Grundanstrich), Setzen von Nietreihen, 3D-Bauteile, Herstellung von Faserverbundproben

2 Anlagenanpassung

z.B. Herstellung von Adaptern für Stirnabzugsversuch

3 Untersuchungen zu

3a Reinigung

Al-Proben, blank und mit Grundanstrich versehen, werden mit üblichen Schneidölen und Ziehfitzen verunreinigt, von den Projektpartnern im Plasma gereinigt, bei Airbus wird die Haftfestigkeit anschließend aufgetragener Anstriche ohne und nach Medienauslagerung geprüft.

3b Haftvermittlung

Auf verschiedene Werkstoffe (Al, Ti, Nietreihen) werden von den Projektpartnern haftvermittelnde Schichten aufgebracht. Anschließend aufgetragene Anstrichsysteme werden bei Airbus ohne und nach Medienauslagerung überprüft. Versuche zur Aktivierung und Klebung von Faserverbundwerkstoffen.

3c Korrosionsschutz

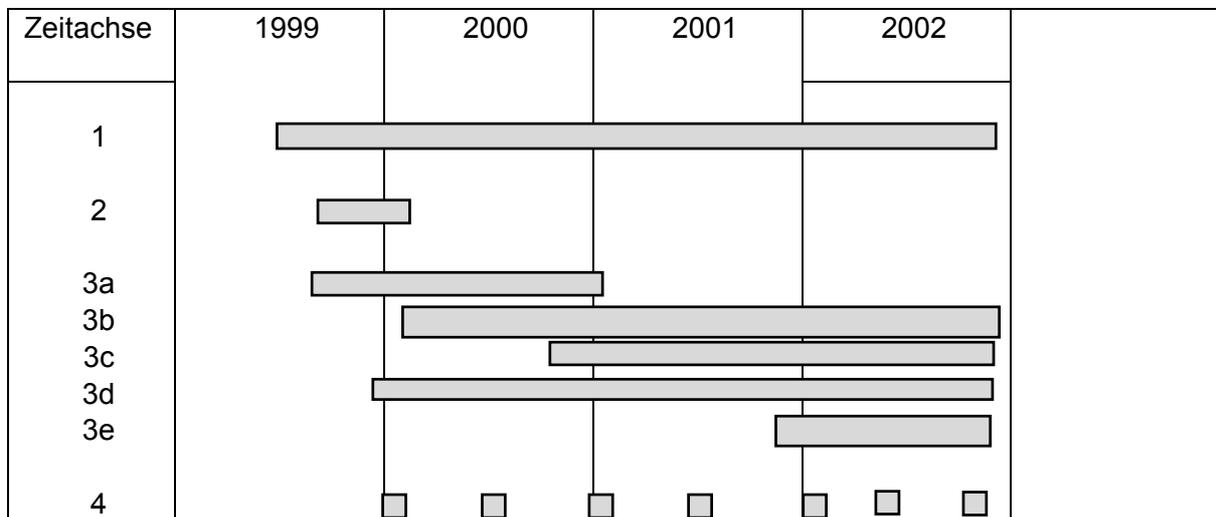
Auf blanken Al-Blechen werden von den Projektpartnern haftvermittelnde Schichten, denen korrosionsinhibierende Stoffe zugesetzt sind aufgebracht. Bei Airbus werden die Proben korrosiven Medien ausgesetzt

3d Materialparameter werden bestimmt, Analysen durchgeführt

3e Die geplante Aufstellung einer Leihanlage zur Oberflächenmodifikation mittels Normaldruckverfahren bei DA und Versuche an großflächigen Bauteilen wird aus Kosten- und Personalgründen ersetzt durch Versuche, die bei den Projektpartnern Softal und EADS OTN durchgeführt werden.

4 Berichte, Meetings

Zeitplan



4. WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND

Eine kalte atmosphärische Gasentladung - die Barriereentladung – wurde im Jahre 1857 von Siemens entdeckt. Das Prinzip der Barriereentladung wird in Form von Ozongeneratoren weltweit in großtechnischen Anlagen zu Desinfektionszwecken eingesetzt (*Wissensspeicher Plasmatechnik, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1983*). Ein für das Vorhaben interessanter Einsatzbereich ist die Erhöhung der Benetzbarkeit und Haftung von Klebern und Lacken auf Oberflächen (*Softal-Report Nr. 102*). Im Jahre 1979 wurden erstmals durch Verwendung von schichtbildenden Reaktivgasen in Barriereentladungen Polymerfilme abgeschieden (*T. Tohoyama; M. Kogoma; S. Kanatawa; T. Moriwaki; S. Okazaki, L. Phys. D 23 (1990)374*). In jünger Zeit häufen sich Hinweise, dass Plasmapolymerschichten bzw. plasma-abgeschiedene Siliciumoxidschichten einen merklichen Korrosionswiderstand aufweisen, der z.B. dem verzinkter und anschließend phosphatierter Bleche um Größenordnungen übersteigt (*T.F. Wang, Diss. Abstr. International 57 (2) 1996, 1230-B*). Reinigung und Aktivierung durch Plasmaprozesse bei Niederdruck und auch in speziellen Prozessen bei Normaldruck (Corona-Entladung) sind heute anerkannte und vielseitige wirtschaftlich eingesetzte Verfahren. Niederdruckplasmen werden vereinzelt in der Luftfahrt, z.B. bei Swissair zur

Feinreinigung vor dem Lackieren angewandt. Ebenfalls bekannt sind Prozesse, bei denen Materialabtrag und -deposition im Niederdruckbereich erfolgen. Bezüglich der Reinigung von Oberflächen kann etwa der Stand der Technik bei der Robert Bosch GmbH als typisch betrachtet werden.

5. ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN

Im Rahmen des Projektes arbeiteten folgende Firmen zusammen:

- Industriepartner: Airbus SAS, EADS CRC, Robert Bosch GmbH, Henkel KGaA, Softal electronic GmbH, Beiersdorf AG
- Institute: IHTEE TU Braunschweig, EMAU und INP Greifswald, IOPW TU Braunschweig, Fraunhofer-IST, LTI TH Karlsruhe

Durch die europaweite Fusion der nationalen Airbus-Werke zu Airbus SAS waren auch die Airbuswerke in Frankreich, England und Spanien beteiligt.

Durch die gezielte Zusammenstellung der Industriepartner und Institute konnten die notwendigen Kenntnisse zur erfolgreichen Bearbeitung des Vorhabens abgedeckt werden:

- Wissen über Plasmaprozesse
- Wissen der Anlagenhersteller zur Entwicklung von Elektrodensystemen und Komponenten zur Prozesssteuerung,
- Wissen über Simulation und Modellierung relevanter Prozesse.

6. ERZIELTE ERGEBNISSE

6.1 MATERIALBESCHAFFUNG

Während der Berichtszeit wurden entsprechend des Projektplanes und in Abstimmung mit den Partnern folgende Materialien von Airbus beschafft, bearbeitet, präpariert und den Partnern zugestellt:

- Proben
- Anstrichstoffe
- Reinigungsmittel und für die Produktion typische Verunreinigungen

Substrate	Anzahl
2024: 3 µm Abtrag (Beizen)	1390
2024: 200 µm Abtrag (chemisch fräsen)	565
2024: 500 µm Abtrag (chemisch fräsen)	260
2024: unclad	635
7075	100
7075: 500 µm Abtrag (chemisch fräsen)	240
1024 (Schweißproben)	120
6013 (Schweißproben)	96
2024: Beizen, Anodisieren, Primen	275
Titan: Beizen, Anodisieren	178
Stahl, Cres: beizen, Passivieren	174
Nietproben: Beizen, Anodisieren, Primen	9
Faserverbund: Aktivieren	40
Faserverbund: Trennmittel entfernt	105
Gesamt	4187

Von Airbus hergestellte Proben

Von den über 4 000 Proben wurde eine Anzahl von über 1 700 bei Airbus Deutschland verschiedensten luftfahrtrelevanten Untersuchungen unterzogen:

- Messung der Oberflächenspannung über die Kontaktwinkel von destilliertem Wasser, Ethylenglykol und Dijodomethan
- Prüfung der Haftfestigkeit mittels Gitterschnitt und Tapetest (ISO 2409)
- Bestimmung der Schichtdicke der Anstrichstoffe (DIN 50984)
- Bestimmung der Abreißkraft im Stirnabzugstest
- Bestimmung der Beständigkeit gegenüber
 - o demineralisiertem Wasser (ISO 2812/1, ISO 2812/2)
 - o Kondenswasser (ISO 6270)
 - o Salzsprühnebel (ISO 7253)
 - o Filiformkorrosion (EN 3665)
 - o Skydrol (ISO 2812/1).
- Die Beurteilung der Oberfläche nach Medienbelastung erfolgt nach ISO 4628.