

F06 B 2780

02 11 2005

TIB/UB Hannover

**Abschlussbericht**

ZE:

Innovent e. V. Technologieentwicklung, Jena  
Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Freie Universität Berlin

Förderkennzeichen:

16IN0111  
16IN0112  
16IN0113

Vorhabensbezeichnung:

Verbundprojekt: „Inter- und Intradiffusionsaktivierung von Polymeroberflächen“,  
kurz: „InterPol“

Laufzeit des Vorhabens:

01.11.2002-31.10.2005

[ca. 2005]

Verb. . Nr.

0102 2994

TECHNISCHE  
INFORMATIONSBIBLIOTHEK  
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK  
HANNOVER



## Abschlussbericht

### Inhaltsverzeichnis:

<b>1. Darstellung des Vorhabens</b>	<b>Seite 3</b>
1.I. Aufgabenstellung	Seite 3
1.II. Vorhabensvoraussetzungen	Seite 3
1.III. Planung und Ablauf des Vorhabens	Seite 3
1.IV. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Vorhabensbeginn	Seite 3
1.V. Für das Vorhaben genutzte Verfahren und Schutzrechte	Seite 4
1.VI. Für das Vorhaben genutzte Fachliteratur und Dienste	Seite 4
1.VII. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	Seite 4
<b>2. Darstellung der Ergebnisse und deren Verwertung</b>	<b>Seite 5</b>
2.I. Bericht über wissenschaftlich-technische Ergebnisse	Seite 5
2.I.1 Geräteentwicklung und -bau	Seite 5
2.I.1.a Barriereentladungsanlage für Kunststoffe	Seite 5
2.I.1.b Beflammungsanlage für Kunststoffe	Seite 6
2.I.1.c UV-Aktivierungsanlage für Kunststoffe	Seite 7
2.I.2 Entwicklung von Kombinationsverfahren mit der zugehörigen Analytik	Seite 8
2.I.2.a zur Aktivierung von HD-PE, LD-PE und PP	Seite 8
2.I.2.b zur Aktivierung von Pulverlacken	Seite 17
2.I.3 Übertragung auf Spezialsysteme	Seite 20
2.I.3.a Haftverbund zwischen Korden und Spezialelastomeren	Seite 20
2.I.3.b Kunststoffbeschichtung in der Dentaltechnik	Seite 26
2.I.4 Analytische Untersuchung der molekularen Vorgänge	Seite 33
2.I.4.a Allgemeine Zielstellung	Seite 33
2.I.4.b Mechanismus der direkten Fluorierung von Polyamiden	Seite 33
2.I.4.c Beflammung von Polyethylen	Seite 36
2.I.5 Prepolymer- und Primersysteme	Seite 38
2.I.5.a Telechelsynthese und Charakterisierung	Seite 38
2.I.5.b UV-Aktivierung	Seite 39
2.I.6 Ergebnistransfer in die Unternehmen	Seite 43
2.I.6.a Transfer der Ergebnisse der Geräteentwicklung	Seite 43
2.I.6.b Transfer der Ergebnisse zu den Spezialsystemen	Seite 43
2.I.7 Zusammenfassung	Seite 43
2.II. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	Seite 45
2.III. Fortschritt auf dem Forschungsgebiet bei anderen Stellen	Seite 45
2.IV. Erfolgte oder geplante Veröffentlichung der Ergebnisse	Seite 45

## **1. Darstellung des Vorhabens**

### **1.I. Aufgabenstellung**

Ziel dieses Verbundprojektes war die Schaffung von polymerspezifischen Nano-Strukturgradienten und Interdiffusionsschichten auf Kunststoffoberflächen durch die gezielte Kombination von chemischen und physikalischen Vorbehandlungsmethoden zur Vorbereitung auf nachfolgende Beschichtungen.

Dazu sollten bekannte und etablierte Verfahren in einer optimal aufeinander abgestimmten Weise zu einem innovativen Verfahrensverbund kombiniert werden, mit dem zum einen bestehende und zukünftige Beschichtungs- oder Verklebungsprobleme gelöst werden können und der zum anderen leicht in die bestehenden industriellen Produktionsprozesse integriert werden kann.

### **1.II. Vorhabensvoraussetzungen**

Die Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde, waren, dass im Rahmen des Projektes eine Vielzahl unterschiedlicher Anwenderprobleme aus den Bereichen Verklebung und Lackierung von Polymeroberflächen, Aufbau von haftfesten Polymerverbunden z. B. aus dem Bereich des metallfreien Zahnersatzes oder dem Bereich von textilverstärkten Elastomerprodukten in Zusammenarbeit der unterschiedlichen Forschungseinrichtungen mit den Anwendern gelöst werden sollte. Zusätzlich sollte eine Weiterentwicklung der physikalischen Vorbehandlungsmethoden sowohl gerätetechnisch als auch anwendungsbezogen in direkter Zusammenarbeit mit den Herstellern dieser Gerätetechnik erfolgen.

### **1.III. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Um das in diesem Projekt gestellte Ziel zu erreichen, wurden zuerst für einige wichtige Kunststoffsysteme die einzelnen am Markt vertretenen Vorbehandlungsmöglichkeiten in Rahmen eines Ringversuches getestet, ihre Wirksamkeit verglichen und die zugrundeliegenden Wirkmechanismen im Detail untersucht und systematisiert. Auf dieser Grundlage wurden Kombinationsmethoden entwickelt und getestet, um eine Auswahl einiger besonders wirksamer Kombinationsverfahren treffen zu können. Diese wurden für einige wichtige Kunststoffsysteme optimiert und auf weitere spezielle Anwendungsfälle übertragen.

Ein sehr wichtiger Schritt im Projektablauf war die technologische Umsetzung der Forschungsergebnisse.

### **1. IV. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Vorhabensbeginn**

Der wissenschaftliche und technische Stand im Bereich der Kunststoffvorbehandlung war zu Vorhabensbeginn gekennzeichnet von dem Vorliegen einer Vielzahl von unterschiedlichen physikalischen und chemischen Vorbehandlungsmethoden für Kunststoffe wie z. B. Plasmaverfahren, Beflammung, Silikatisierung sowie Gasphasenfluorierung, Primersysteme oder Säureaktivierung. All diese Verfahren wurden dabei überwiegend isoliert von den anderen verwendet und erfüllten alleine nicht mehr die komplexen Anforderungen der Industrie.

Neue Wege durch innovative Verfahren zu gehen, war äußerst selten.

### **1. V. Für das Vorhaben genutzte Verfahren und Schutzrechte**

Das Vorhaben wurde auf der Grundlage der Nutzung der Verfahren und der Technologien der beteiligten Forschungseinrichtungen und Unternehmen durchgeführt. Genutzte Verfahren waren dabei z. B. die unterschiedlichen Beflammungs-, Barriereentladungsvorbehandlungen sowie die Gasphasenfluorierung. Ebenso genutzt wurden Technologien wie der beim Projektpartner übliche Dentalaufbau oder die für die Herstellung von textilverstärkten Elastomerverbunden notwendigen Vorbehandlungsmethoden. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit in diesem Projekt erfolgte dabei auf der Grundlage des Wissens nach dem Stand der Technik sowie auf dem durch Schutzrechte gesicherten Spezial-Know-How der beteiligten Partner.

### **1. VI. Für das Vorhaben genutzte Fachliteratur und Dienste**

Für das Vorhaben wurde hauptsächlich wissenschaftliche Fachliteratur sowie nationale und internationale Patentreliteratur genutzt. Diese Literatur wurde über Recherchen in Universitäts- und Fachhochschulbibliotheken sowie über Recherchen in Patentdatenbanken wie esp@cenet oder DEPATISnet beschafft.

### **1. VII. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Im Rahmen der Projektarbeit wurde mit anderen Stellen wie der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin zusammengearbeitet.

## 2. Darstellung der Ergebnisse und deren Verwertung

### 2.1. Bericht über wissenschaftlich-technische Ergebnisse

In diesem Bericht über die wissenschaftlich-technischen Ergebnisse werden zum Abschluss des Projektes die wichtigsten Ergebnisse des gesamten Projektzeitraumes zusammengefasst dargestellt. Detailergebnisse, die bereits in den Zwischenberichten der Jahre 2002-2004 aufgeführt sind, werden nur noch zum Teil in Abhängigkeit von ihrer Relevanz verwendet.

#### 2.1.1. Geräteentwicklung und -bau

Ein wichtiger Teil des Projektes lag in der Entwicklung und Anpassung der Beflammungs-, Barriereentladungs- und UV-Aktivierungsmethoden und -geräte speziell für die Oberflächenvorbehandlung von Polymeroberflächen. Diese Weiterentwicklungen wurden von INNOVENT in enger Zusammenarbeit mit den Firmen ARCOGAS GmbH, ARCOTEC GmbH, SURA Instruments GmbH und UMEX GmbH durchgeführt.

##### 2.1.1.a Barriereentladungsanlage für Kunststoffe

Es wurde zusammen mit der Firma ARCOTEC GmbH eine Anlage zur Barriereentladung aufgebaut, die speziell für die Anwendung an Kunststofffolien geeignet ist. Anhand von unterschiedlichen Folienmaterialien ist es somit möglich, das Verhalten dieser Materialien nach der Barriereentladung gezielt zu untersuchen.

Es handelt sich bei dem System um eine Bandanlage, bei der ein Kupferband als Transportmittel und gleichzeitig als Gegenelektrode dient. Auf dieses werden die Folien aufgebracht und an der (in der Abb. 1 dunkel schraffierten) Barriereelektrode vorbeigeführt und aktiviert. Die Barriere wurde in einem Umlenkpunkt angebracht, damit an diesem Punkt eine gute Spannung der Folien gewährleistet ist und somit eine homogene Behandlung.

Die Anlage hat eine Gesamtlänge von 150 cm und eine Bandbreite von 56 cm.

Da beim Betreiben einer Barriereanlage durch die einströmende Umgebungsluft Ozon erzeugt wird und weil verschiedene andere Prozessgase und Abgase von Precursoren als Option denkbar sind, wurde eine Einhausung aus Profilträgern und Glasscheiben realisiert. Diese wurde entsprechend mit einer Absaugung gekoppelt, um die entstehenden Gase abzusaugen. Die Anlage ist von mehreren Seiten über Fenster erreichbar (siehe Abb. 1).

Die Ansteuerung der Barriereanlage erfolgt bei 20-40 kHz und 25 kV, die Nennleistung beträgt ca. 1 kW.



Abb. 1: Skizze der Barriereanlage

Mit Hilfe dieser Anlage wurden unterschiedliche Kunststoffmaterialien aktiviert und anschließend werkstoffanalytisch untersucht.