

Fraunhofer FEP

Name der Forschungsstelle(n)

248 ZBG / 1

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

1.6.2007 bis 31.12.2009

Bewilligungszeitraum

## Schlussbericht für den Zeitraum : 1.6.2007 bis 31.12.2009

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWA über die



geförderten IGF-Forschungsvorhaben

Normalverfahren

Fördervariante ZUTECH

Forschungsthema :

Deckschicht für Solarstrahlung absorbierende Beschichtungen

Für ein ZUTECH-Vorhaben sind folgende zusätzliche Angaben zu machen:

Der fortgeschriebene Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

ist beigefügt

liegt bereits vor

wird fristgerecht nachgereicht

*Dresden, den 15.4.2010*

Ort, Datum

*Scheffel*

Unterschrift der/des Projektleiter(s)

FhG-IST Braunschweig  
Name der Forschungsstelle(n)

248 ZBG / 1  
IGF-Vorhaben-Nr. / GAG  
01.06.2007 - 31.12.2009  
Bewilligungszeitraum

**Schlussbericht für den Zeitraum : 01.06.2007-31.12.2009**

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten IGF-Forschungsvorhaben

Normalverfahren

Fördervariante ZUTECH

Forschungsthema :

Deckschicht für Solarstrahlung absorbierende Beschichtungen

Für ein ZUTECH-Vorhaben sind folgende zusätzliche Angaben zu machen:

Der fortgeschriebene Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

ist beigefügt

liegt bereits vor

wird fristgerecht nachgereicht

Braunschweig, 26.04.2010

Ort, Datum

  
Unterschrift der/des Projektleiter(s)

ISFH

Name der Forschungsstelle(n)

248 ZBG / 1

AiF-Vorhaben-Nr. / GAG

1.6.2007 - 31.12.2009

Bewilligungszeitraum

## Schlussbericht für den Zeitraum : 1.6.2007 - 31.12.2009

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWA über die



geförderten IGF-Forschungsvorhaben

Normalverfahren

Fördervariante ZUTECH

Forschungsthema :

Deckschicht für solarstrahlungsabsorbierende Beschichtungen

Für ein ZUTECH-Vorhaben sind folgende zusätzliche Angaben zu machen:

Der fortgeschriebene Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

ist beigefügt

liegt bereits vor

wird fristgerecht nachgereicht

Emmerthal, 8.4.2010

Ort, Datum

Unterschrift der/des Projektleiter(s)

## Gliederung

	Seite
<b>1. Zusammenfassung</b>	2
<b>2. Forschungsziel</b>	4
<b>3. Durchführende Forschungsstellen</b>	5
3.1. Anschriften der Forschungsstellen	5
3.2. Leiter der Forschungsstellen	5
3.3. Projektleiter	5
<b>4. Ergebnisse</b>	6
4.1. <u>Technologie A: Mikrowellen-Plasma CVD</u>	6
4.1.1. Einführung	6
4.1.2. Projektergebnisse mit der MW-Punktquelle	7
4.1.3. Projektergebnisse mit der linearen Plasmaquelle	8
4.1.3.1. Abstandsvariation	9
4.1.3.2. Druckvariation	11
4.1.3.3. Leistungsvariation	12
4.1.3.4. Sauerstoffvariation	13
4.1.3.5. Benetzungseigenschaften	14
4.1.3.6. Optische Schichteigenschaften	15
4.1.4. Langzeitstabilität der Plasmaquelle	16
4.1.5. Zusammenfassung	16
4.2. <u>Technologie B: Magnetron-Plasma-CVD – reaktives Sputtern</u>	17
4.2.1. Einführung	17
4.2.2. Versuchsaufbau	17
4.2.3. Ergebnisse: Prozessparameter	19
4.2.4. Ergebnisse: Schichtzusammensetzung	21
4.2.5. Ergebnisse: Optische Eigenschaften	23
4.2.6. Ergebnisse: Benetzungseigenschaften	24
4.2.7. Bereitstellung von Proben für die Belastungstests	26
4.2.8. Untersuchungsergebnisse zur Langzeitstabilität im Bandbetrieb	27
4.2.9. Zusammenfassung	29
4.3. <u>Technologie C: Plasma-CVD mittels Metallbandmagnetron</u>	30
4.3.1. Einführung	30
4.3.2. Ergebnisse der Prozess- und Schichtentwicklung	32
4.3.2.1. Beschichtungsparameter und Benetzungseigenschaften	32
4.3.2.2. Zusammensetzung	36
4.3.2.3. Optische Eigenschaften	36
4.3.2.4. Präparation von Proben für die Belastungstests	37
4.3.3. Untersuchungsergebnisse zur Langzeitstabilität im Bandbetrieb	37
4.3.4. Zusammenfassung	39
4.4. <u>Belastungstests</u>	40
4.4.1. Aufgabenstellung	40
4.4.2. Vorgehensweise	40
4.4.3. Ergebnisse	43
4.4.4. Ausblick	53
<b>5. Bewertung der Ergebnisse</b>	54
<b>6. Vergleich der geplanten und realisierten Aufwendungen</b>	55
<b>7. Quellen</b>	56
<b>8. Veröffentlichungen</b>	56

AiF-Forschungsvorhaben Nr.	248 ZBG (Initiativprogramm ZUTECH)
Forschungsthema	„Deckschicht für Solarstrahlung absorbierende Beschichtungen“
Forschungsthema (AiF-Kurzform):	Solarabsorber
Erstzuwendungsempfänger:	Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V. (EFDS)
EFDS-Nr.	IGF-05/11
Bewilligungszeitraum:	1.6.2007 bis 31.12.2009

## **1. Zusammenfassung**

Das Forschungsvorhaben 248 ZBG der Forschungsvereinigung Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V. wurde im Programm zur Förderung der 'Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)' vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert. Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Moderne Solarstrahlung absorbierende Beschichtungen sind in Ihrem langjährigen Einsatz wechselnden klimatischen Einflüssen ausgesetzt, sofern sie nicht in vollständig gekapselten Absorbern eingesetzt werden. Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte nachgewiesen werden, dass Beständigkeit und Lebensdauer der Beschichtungen mit Hilfe von sehr dünnen Deckschichten mit hydrophoben Eigenschaften erheblich verbessert werden können.

Die für derartige Deckschichten angemessenen Schichteigenschaften konnten mit Silizium modifizierten DLC-Schichten erreicht werden, einem ursprünglich am Fraunhofer IST entwickelten Schichtmaterial a-C:H:Si:O (SICON).

Im Rahmen des Vorhabens wurden in den Fraunhofer-Instituten FEP und IST drei verschiedene Beschichtungsverfahren (A: Mikrowellen-Plasma CVD, B: Magnetron-Plasma-CVD, C: Plasma-CVD mittels Metallbandmagnetron) auf der Basis der Plasma-aktivierten CVD (Chemical Vapor Deposition) untersucht und weiterentwickelt. Die Verfahren wurden unter Bedingungen – vor allem hinsichtlich Beschichtungsrate und Beschichtungsdimensionen – untersucht, die für eine industrielle Umsetzung relevant sind. Es zeigte sich, dass mit allen drei Verfahren die Anforderungen an die Benetzungseigenschaften und an die optischen Eigenschaften erfüllt werden können.

Für die Mikrowellen-Plasma CVD (Technologie A, IST) wurde eine lineare Mikrowellen-Plasmaquelle der Firma Roth & Rau AG eingesetzt. Das hydrophobe Benetzungsverhalten mit hohen Wasser-Kontaktwinkeln blieb über weite Parameterbereiche erhalten. Die lineare Mikrowellen-Plasmaquelle ermöglichte eine stabile Prozessführung und wäre gut in einen industriellen Beschichtungsprozess integrierbar.

Mit einem Rohrmagnetron der Fa. Bluetec GmbH wurden die Versuche zur Magnetron-Plasma-CVD (Technologie B, FEP) durchgeführt. Umfangreiche Versuchsreihen mit Variation der Prozessparameter, insbesondere der Magnetronleistung wurden durchgeführt. Die Technologie B ist besonders gut kompatibel zu den derzeit in der Industrie etablierten und mit Magnetron-Sputtertechnik ausgerüsteten Metallband-Beschichtungsanlagen.

Auch durch Plasma-CVD mittels Metallbandmagnetron (Technologie C, FEP) konnten hydrophobe Beschichtungen mit einem Wasser-Kontaktwinkel  $>100^\circ$  erzeugt werden. Es konnte nachgewiesen werden, dass die optischen Eigenschaften eines Absorberschichtsystems durch die Deckschicht nicht negativ beeinflusst werden bzw.