

**Sachverständigenbüro
Dipl.-Ing. (FH) E. Achenbach**

**Am Korsorsberg 82 a
26203 Wardenburg**
mobil: 0171 52 03 140
Tel.: 04407 – 715 710
Fax: 04407 – 715 711

Fachbereiche :

Verglasung und Glasbau
Fenster und Glasfassade

**Oldenburgische IHK
ö.b.u.v.SV**

GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME

Auftraggeber :

**HOFFMANGLAS
GmbH & Co. KG
Gewerbehof 3**

06188 Peißen

**Gegenstand der gutachterlichen
Stellungnahme:**

Labortechnische Untersuchung
der Splitterbindungsschicht
HG-MP 2008 hinsichtlich der
Funktionseigenschaft und
Alterungsverhalten auf
Glasoberflächen

**Inhalt der gutachterlichen
Stellungnahme:**

1. Auftrag und Problemstellung.....	2
2. Feststellungen und Bewertung.....	3
2.1 Allgemeines.....	2
2.2 Statische und dynamische Belastung der Glasoberflächen.....	3
2.2.1 Senkrechthanordnung der Festverglasung.....	4
2.2.2 Waagrechthanordnung der Festverglasung...	9
2.2.3 Ganzglastürflügel.....	11
2.3 Labortechnische Untersuchung.....	13

Die gutachterliche Stellungnahme umfasst 23 Seiten und wurde in zweifacher Ausfertigung erstellt.

Wardenburg, den 15.03.2010

**Sachverständigenbüro
Dipl.-Ing. (FH) E. Achenbach**

**Am Korsorsberg 82 a
26203 Wardenburg**
mobil: 0171 52 03 140
Tel.: 04407 – 715 710
Fax: 04407 – 715 711

Fachbereiche :

Verglasung und Glasbau
Fenster und Glasfassade

Oldenburgische IHK
ö.b.u.v.SV

GUTACHTERLICHE STELLUNGNAHME

Auftraggeber :

HOFFMANGLAS
GmbH & Co. KG
Gewerbehof 3

06188 Peißen

**Gegenstand der gutachterlichen
Stellungnahme:**

Labortechnische Untersuchung
der Splitterbindungsschicht
HG-MP 2008 hinsichtlich der
Funktionseigenschaft und
Alterungsverhalten auf
Glasoberflächen

**Inhalt der gutachterlichen
Stellungnahme:**

1. Auftrag und Problemstellung.....	2
2. Feststellungen und Bewertung.....	3
2.1 Allgemeines.....	2
2.2 Statische und dynamische Belastung der Glasoberflächen.....	3
2.2.1 Senkrechthanordnung der Festverglasung.....	4
2.2.2 Waagrechthanordnung der Festverglasung...	9
2.2.3 Ganzglastürflügel.....	11
2.3 Labortechnische Untersuchung.....	13

Die gutachterliche Stellungnahme umfasst 23 Seiten und wurde in zweifacher Ausfertigung erstellt.

Wardenburg, den 15.03.2010

1. Auftrag und Problemstellung

Die Fa. HOFFMANNGLAS GmbH & Co. KG, Peißen, hatte sich intensiv in den letzten Jahren mit der Grundsatzfrage beschäftigt, **ob man Glasoberflächen nachträglich mit einem transparenten Kunststoff im flüssigen Zustand beschichten kann, um somit ggfs. die Resttragfestigkeit und die Splitterbindung erhöhen kann.**

Es traten Glasbruchschäden bei Einscheiben-Sicherheitsgläsern (ESG) auf, obwohl diese speziell dem verschärften Heißlagerungsverfahren nach der Bauregelliste ausgesetzt waren und gleichzeitig **wurde die Grundsatzfrage gestellt, wie man bei Gussglaseinheiten, gebogenen Glaserzeugnissen, bei Profilglas und bei Spiegeln eine Splitterbindung erreichen kann, da bei solchen Glaseinheiten der Einsatz von splitterbindenden Folien nicht möglich ist.**

Im Rahmen von Glasfassadenarbeiten **wurde eine Lösung gesucht, ob man beispielsweise u- förmig gebogenes Gussglas bzw. planes Gussglas oder gebogenes und planes Glas, welches vorgespannt wird, zusätzlich mit einem flüssigen Kunststoff beschichten kann, um die Resttragfestigkeit zu erreichen.**

Das **Prüfinstitut MFPA Leipzig** wurde mit einer Untersuchung und Prüfung der Reststandzeit für Glasoberflächen im senkrechten Einbau beauftragt und dabei konnte bestätigt werden, dass unter Beachtung der Verarbeitungshinweise des flüssigen Polyurethankunststoffes mit der entsprechenden Haftvermittlung die **ausreichende Resttragzeit von mehr als 48 Stunden erreicht.**

Ergänzend wurde ich von der Fa. HOFFMANNGLAS GmbH & Co. KG im Sommer 2009 gebeten und beauftragt, mich mit der Grundsatzfrage zu beschäftigen und diese zu beantworten, **ob die Haftungsschicht einschließlich der dauerhaften Splitterbindung auch unter Berücksichtigung der Wetteinflüsse beurteilt werden kann und wenn ja, auf welchen Prüfvorgaben die Ergebnisse ermittelt werden können.**

Es ging speziell um die Einbeziehung des Alterungsverhaltens und die dabei zu erwartenden Resttragfestigkeit über einen anzunehmenden Zeitraum.

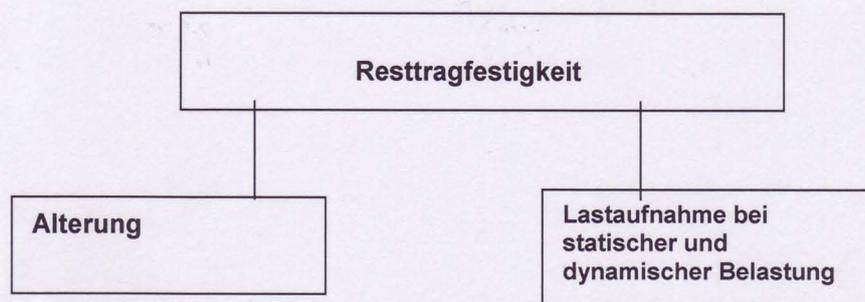
Die Schadensfälle an bestimmten Bauvorhaben (z.B. Jenaturm in Jena) beschäftigte die Fa. HOFFMANN GLAS GmbH & CO. KG und dabei beschäftigte man sich mit der Grundsatzfrage, **ob man ESG Glasoberflächen zukünftig und nachträglich beschichten kann, um die Splitterbindung zu erreichen.**

Dies hat den Vorteil, dass die Temperaturwechselbeständigkeit, die Stoßfestigkeit, die Standfestigkeit unter Beachtung der Gewichtseinsparung bei ESG beibehalten wird, aber über die zusätzliche Beschichtung mit einem transparenten Polyurethanlack die Splitterbindung zu erreichen ist.

2. Feststellungen und Bewertung

2.1 Allgemeines

Der Fa. HOFFMANNGLAS GmbH & Co. KG, Peißen, wurde vorgeschlagen, das Auftragsverfahren mit Haftvermittler und Polyurethan (HG-MP 2008) nicht nur unter dem Gesichtpunkt der Splitterbindung in Abhängigkeit der Formatgröße und statischen und dynamischen Belastungen zu bewerten, sondern es sollte auch die vorhersehbare Wetterbelastung für die Beurteilung des Alterungsverhaltens über einen Zeitraum von 20 Jahren mit einbezogen werden:



2.2 Statische und dynamische Belastung der Glasflächen

Für die Beurteilung der dynamischen und statischen Belastungsaufnahme wurden ESG Glaseinheiten in senkrechter und horizontaler Anordnung vierseitig und zweiseitig gelagert in den Maximalabmessungen

2.2.1 Senkrechtanordnung der Festverglasungen

Pos	Breite (mm)	Höhe (mm)	Glasdicke (mm)	Bemerkung
1	2000	1930	10	klar
2	2565	1930	8	Siebdruck RAL 9005
3	2000	1930	10	Siebdruck RAL 9005
4	2330	1770	10	klar
5	1935	1770	10	klar



Bilder: Versuchsaufbau der senkrecht gelagerten ESG Einheiten im November und Dezember 2009 zur Bestimmung der Resttragfestigkeit nach Glasbruch

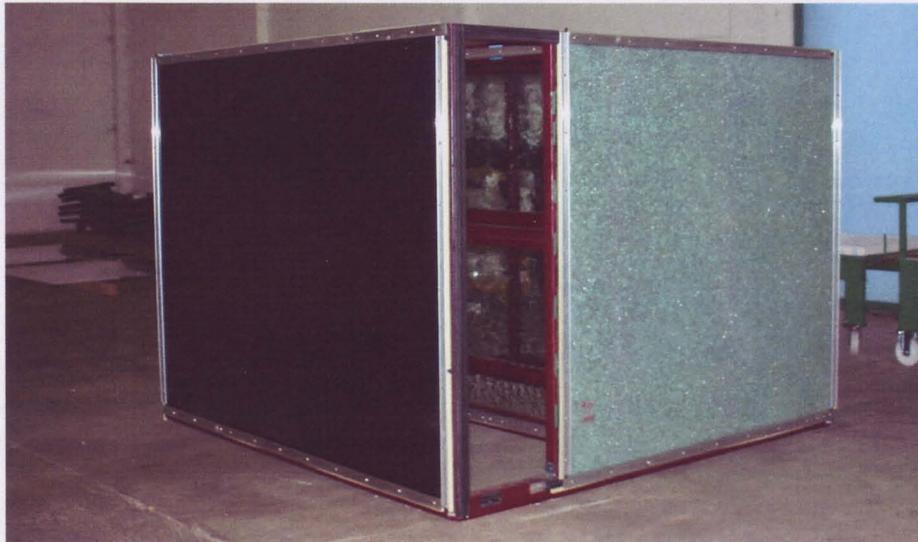


Bild: Versuchsaufbau

Ergebnis :

Diese fünf ESG Gläseinheiten mit Siebbedruckung und ohne Siebbedruckung wurden am 23. November 2009 angeschlagen und beschädigt und dabei war das typische kleinkrümelige Bruchbild zu erkennen.

Die großflächigen Einheiten mit dem Eigengewicht von bis zu 125 kg fielen nicht aus der Glasauflagerungshalterung heraus.



Bild: nach dem Anschlagen im November 2009 und Beschichtung am 17.12.2009 – kein Herausfallen der Glasbruchteile

Nach der Belastungszeit von 25 Tagen wurden am 17. Dezember 2009 die Glasflächen mit der rückseitigen Polyurethanbeschichtung **mit einem Ball beschossen** und zusätzlich wurde auf die Glasfläche mit einem **Luftgewehrprojektil geschossen**.



Bild: Ballbeschuss



Bild: Auftreffen des Balles

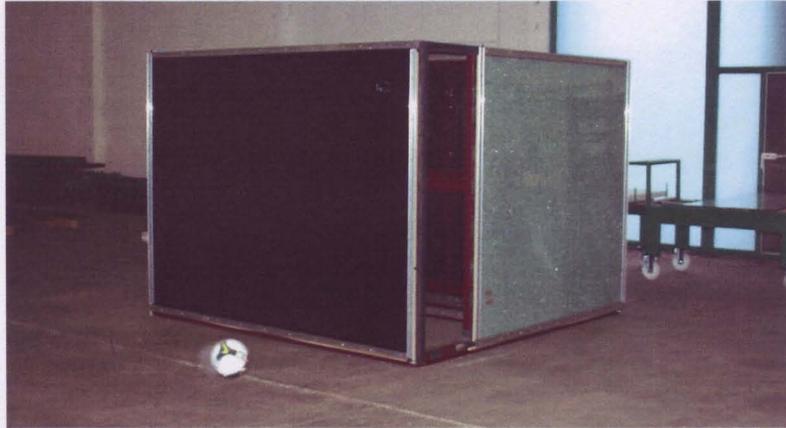


Bild: Rückprall des Balles bei beschädigter Glasfläche in kleinkrümeliger Struktur

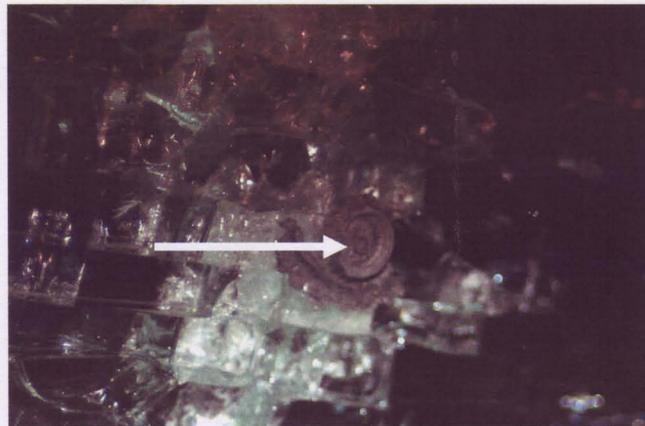


Bild: Luftgewehrprojektile steckt in der Glasdicke und die Beschichtung hält alles zusammen

Dabei fielen die Glasflächen nicht in sich zusammen und es kam nicht zu Einrissen und Weiterrissen in der Kunststoffschicht.

Abschließend wurden die Glasflächen mit einem handelsüblichen Hammer (500 Gramm Gewicht von einem Abstand 10 Meter beworfen und dabei konnte nicht erreicht werden, dass die Glasflächen zusammengefallen sind bzw. dass die Schicht aufgerissen wurde.

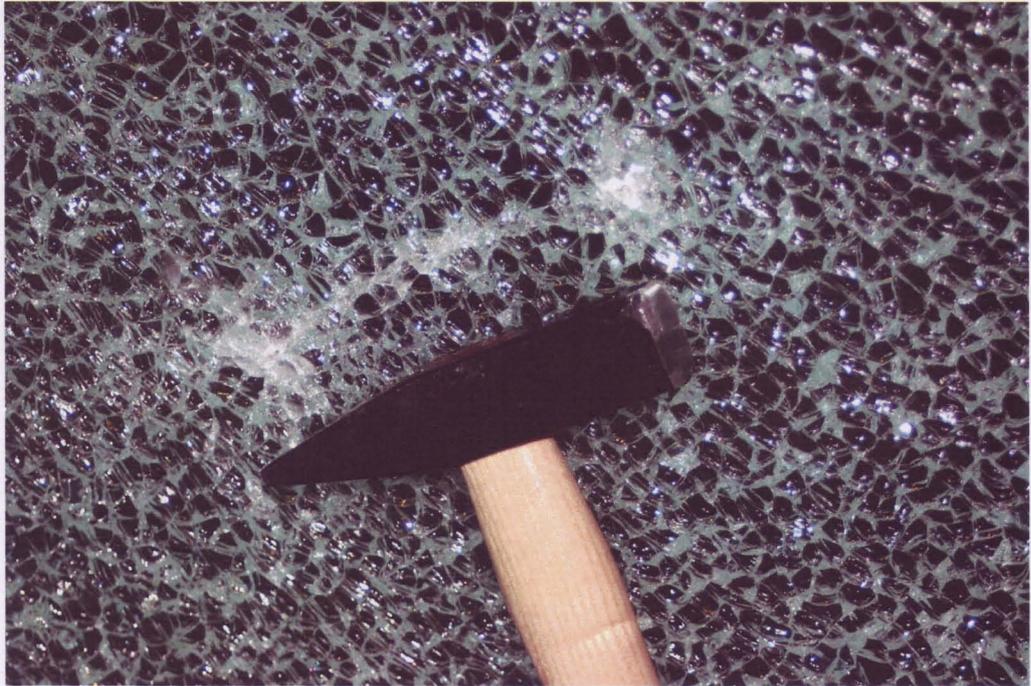


Bild: Auftrefffläche des Hammers

Fazit:

Diese senkrecht gelagerten und beschädigten Glaseinheiten mit der Polyurethanbeschichtung weisen ausreichende Resttragfestigkeiten auf. Dynamische Belastungen in Form von Schwingungen nahmen diese Glasflächen ebenfalls auf.

2.2.2 Waagrechtanordnung der Festverglasung

Ergebnis :

Eine beschichtete ESG Einheit in der Abmessung 2000 mm x 1930 mm wurde abschließend horizontal gelagert und dabei kam es unter dem Einfluss des Eigengewichtes nicht zu einem Durchreißen der Kunststoffbeschichtung.



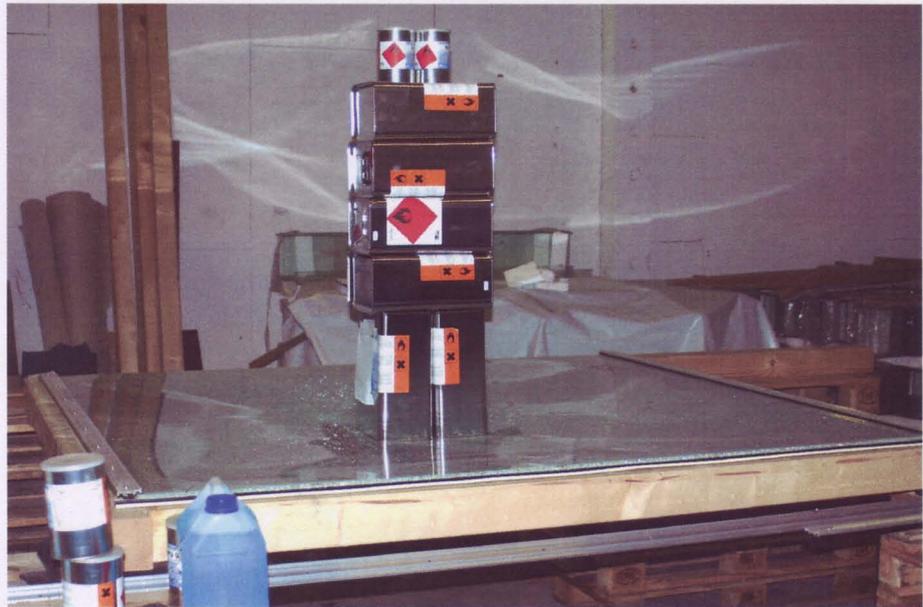
Abschließend wurde bei einer zweiseitigen Lagerung der Mittenglasfläche mit einem Gewicht von 50 kg auf einer Aufstandsfläche von ca. 30 cm x 30 cm belastet und dabei **konnte bei einer Außentemperatur von 5 °C am 18.12.2009 kein Anritzen der Schicht nachgewiesen werden.**

Fazit :

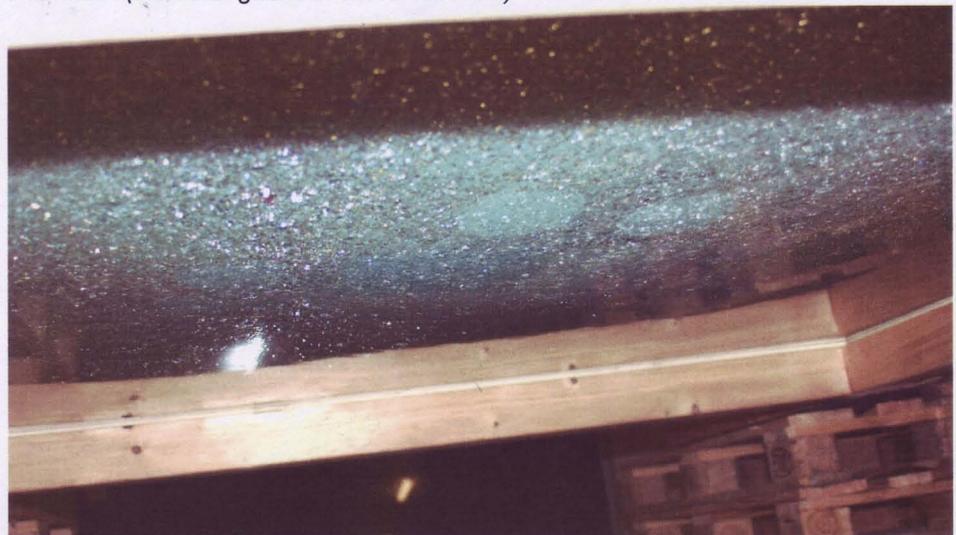
Bei punktueller Belastung und gleichzeitigem Anschwingen der Last von 50 kg auf der Glasfläche von 2000 mm x 1930 mm kam es nicht zu einem Rissbild in der Beschichtung. Die Last wurde dauerhaft so aufgenommen, dass keine Glasbruchstücke herunter gefallen sind.



Bild: lose, ohne Auflagerung hält die zerbrochene Glaseinheit mit Beschichtung



*Bild: Belastung einer punktuellen Fläche von 20 cm x 30 cm mit 50 kg
Punktlast (Belastungsdauer mehr als 48 h)*



*Bild: Blick von unten auf die Beschichtung bei Belastung 50 kg – kein
Anreißen der Schicht*

2.2.3 Ganzglastürflügel

Ergebnis :

Beschichtete ESG Einheiten in den Abmessung 960 mm x 1990 mm wurden senkrecht gelagert eingebaut und an zwei Drehbänderbeschlägen wurde das Glasgewicht aufgenommen und an die Halterkonstruktion abgeleitet.



Bild: links die beiden Glastüren ohne Beschädigung, rechts die beiden Glastüren nach dem Anschlag und Zerstörung

Drei Türflügel wurden angeschlagen, so dass die Glasfläche zerbrochen wurde. Die strukturierten Glasflächen waren einseitig mit der PUR Schicht beschichtet und im Bruchfalle kam es unter dem Einfluss des Eigengewichtes nicht zu einem Durchreißen der Kunststoffbeschichtung.



Bild: Türflügel nach dem Anschlag und nach Bruchbildung

Die zerbrochene Glasfläche (Gewicht ca. 38 kg bei 8 mm Glasdicke) hatte eine über mehrere Wochen gleich bleibende Resttragfestigkeit, es kam nicht zu einem Herauslösen einzelner Bruchstücke.

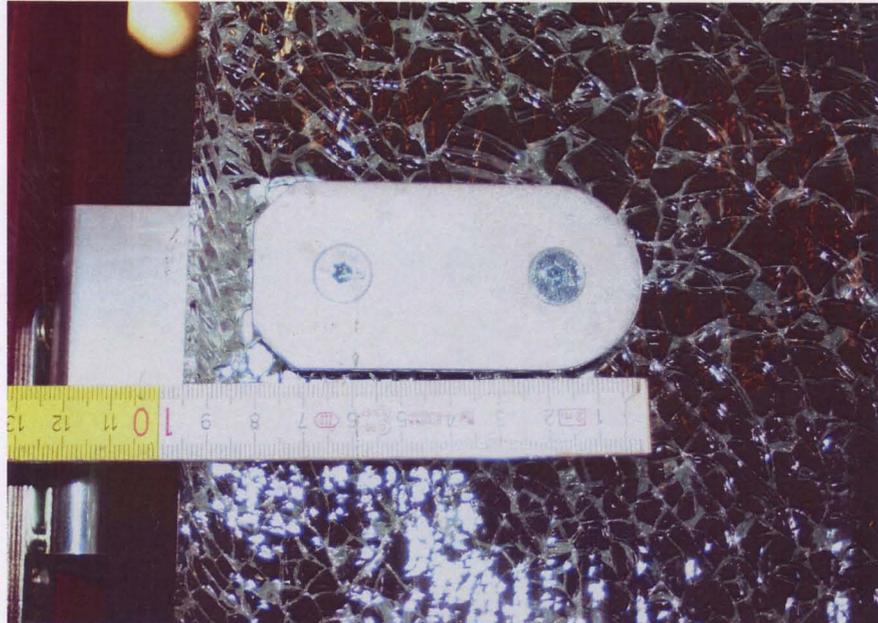


Bild: Drehbeschlagteil 80 mm x 40 mm für die Gewichtsaufnahme der zerbrochenen Glaseinheit- ausreichende Standfestigkeit

Fazit :

Über die beiden Punkthalterungen der Drehbänder kam es zu einer ausreichenden Resttragfähigkeit und die Kunststoffschicht nimmt die Bruchstücke dauerhaft über mehrere Wochen Einwirkungszeit ohne Ablöseerscheinungen auf.

Die Glaslast wurde dauerhaft so aufgenommen, dass keine Glasbruchstücke herunter gefallen sind.

2.3 Labortechnische Untersuchung zur Bestimmung des Alterungsverhaltens

In Absprache und Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart, wurde ein Versuchsaufbau erarbeitet, wobei die wesentlichen Einflüsse :

- UV- Bestrahlung (bis 765 W/m^2)
- Temperatur (bis 60 °C)
- Feuchte (100 %)

über 1000 h einwirkten.

Es wurden transparente Glasmuster, Gussglasmuster und siebbedruckte Glasmuster in den Prüfeinrichtungen auf das Alterungsverhalten hin geprüft und abschließend ausgewertet.

Zur Beurteilung des Alterungsverhaltens wurden das Gitterschnittverfahren und das Verhalten der offenen Glaskanten unter Berücksichtigung des Delaminationsverhaltens und hinsichtlich der Farbveränderung hin zugrunde gelegt.

Die gesamte Strahlungsbelastung wurde mit 1000 h angesetzt, was in der Praxis bei einer siebbedruckten Glasfläche mit rückseitiger Kunststoffbeschichtung (von der Sonne abgewandt) der Zeitspanne von ca. 20 Jahren entspricht.

Eine auf der Glasoberfläche aufgetragenen Beschichtung wird direkt der Sonnenbestrahlung und somit der UV- Bestrahlung ausgesetzt.

Nach der Normtabelle DIN V 18599-10 Werden in der Tabelle 7 die Werte der Strahlungsintensitäten für die Prüfverfahren vorgegeben.

DIN V 18599-10:2007-02

— Vornorm —

Tabelle 7 — Werte der Strahlungsintensitäten und der Außentemperaturen für das Referenzklima Deutschland

Orientierung	Neigung	Mittlere monatliche Strahlungsintensität I_s W/m ²												Jahreswert kWh/m ²
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
Horizontal	0°	33	52	82	190	211	256	255	179	135	75	39	22	1120
Süd	30°	51	67	99	210	213	250	252	186	157	93	55	31	1216
	45°	57	71	101	205	200	231	235	178	157	97	59	34	1187
	60°	60	71	98	190	179	203	208	162	150	95	60	35	1104
	90°	56	61	80	137	119	130	135	112	115	81	54	33	810
Süd-Ost	30°	45	62	93	203	211	248	251	183	149	87	49	28	1177
	45°	49	64	92	198	200	232	236	175	148	88	51	30	1142
	60°	49	62	88	185	182	208	213	161	140	85	51	30	1063
	90°	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26	809
Süd-West	30°	45	62	93	203	211	248	251	183	149	87	49	28	1177
	45°	49	64	92	198	200	232	236	175	148	88	51	30	1142
	60°	49	62	88	185	182	208	213	161	140	85	51	30	1063
	90°	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26	809
Ost	30°	33	51	78	181	199	238	240	170	129	72	38	21	1062
	45°	32	49	74	172	187	221	224	160	123	69	37	20	1002
	60°	30	46	68	160	171	201	205	148	114	65	35	19	923
	90°	25	37	53	125	131	150	156	115	90	51	28	15	713
West	30°	33	51	78	181	199	238	240	170	129	72	38	21	1062
	45°	32	49	74	172	187	221	224	160	123	69	37	20	1002
	60°	30	46	68	160	171	201	205	148	114	65	35	19	923
	90°	25	37	53	125	131	150	156	115	90	51	28	15	713
Nord-West	30°	22	39	63	151	180	222	221	150	105	57	28	16	918
	45°	20	35	56	132	158	194	194	133	91	51	26	14	808
	60°	18	32	49	116	139	168	170	118	81	46	23	13	711
	90°	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10	541
Nord-Ost	30°	22	39	63	151	180	222	221	150	105	57	28	16	918
	45°	20	35	56	132	158	194	194	133	91	51	26	14	808
	60°	18	32	49	116	139	168	170	118	81	46	23	13	711
	90°	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10	541
Nord	30°	20	34	54	137	173	217	214	142	90	49	26	15	857
	45°	19	32	47	101	143	184	180	115	66	45	24	14	710
	60°	17	29	44	79	109	143	139	90	59	41	22	13	575
	90°	14	23	34	64	81	99	100	70	48	33	18	10	433
Außenlufttemperatur $\vartheta_{e,}$ in °C		-1,3	0,6	4,1	9,5	12,9	15,7	18,0	18,3	14,4	9,1	4,7	1,3	8,9
Tage je Monat $d_{mth,}$ in d		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	

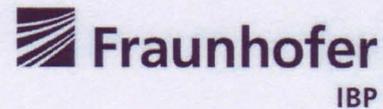
Bei dem Bestrahlungswert von 765 kWh in 1000 h kann man bei der direkten Auffallstrahlung von einer Belastungszeit 1 Jahr ausgehen.

Im vorliegenden Falle wird aber die Rückseite des siebbedruckten ESG Glases von außen her bestrahlt so dass mit einer Strahlungsbelastungsintensität nur von 20 – 40 kWh zu rechnen ist und die entspricht ca. 1/20 der Bestrahlungsintensitätsmenge.

Es kann die durchgeführte Belastungsdauer von 1000 h (= 1 Jahr bei direkter Belastung) auf die reduzierte Belastungsintensität umgerechnet werden und somit kommt man bei der Auswertung der Ergebnisse auf eine umgerechnete **Alterungsnutzungsdauer von 15 bis 20 Jahren** bei siebbedruckten ESG Glaseinheiten mit rückseitiger Polyurethanbeschichtung.

Prüfergebnisse des Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart

Es konnten nach der Wechsellagerung im Wasserbad, bei Temperaturwechseln bis zu 60 °C Außentemperatur sowie der dauerhaften direkten UV Bestrahlung keine Farbveränderungen, Delaminationen von der zugeschnittenen Glaskante her sowie keine Ablösungen der 4 mm x 4 mm großen Gittereinschnittquadrate nachgewiesen werden.



Bauaufsichtlich anerkannte Stelle
für Prüfung, Überwachung und
Zertifizierung
Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile
und Bauarten
Forschung, Entwicklung,
Demonstration und Beratung auf
den Gebieten der Bauphysik

Institutsleitung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

Prüfbericht P15-223/2009

Künstliche UV-Bewitterung von Gläsern mit PU-Beschichtung

Auftraggeber:
Sachverständigenbüro
Dipl.-Ing. (FH) Achenbach
Am Korsorsberg 82a
26203 Wardenburg

Stuttgart,
4. Dezember 2009

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12 · D-70569 Stuttgart
Telefon +49 (0) 711/970-00
Telefax +49 (0) 711/970-3395
www.ibp.fraunhofer.de

Institutsteil Holzkirchen
Fraunhoferstr. 10 · D-83626 Valley
Telefon +49 (0) 8024/643-0
Telefax +49 (0) 8024/643-66
www.bauphysik.de

Projektgruppe Kassel
Gottschalkstr. 28a · D-34127 Kassel
Telefon +49 (0) 561/804-1870
Telefax +49 (0) 561/804-3187

1 Aufgabenstellung

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) wurde vom Sachverständigenbüro Achenbach beauftragt, an PU-beschichteten Glasscheiben Untersuchungen zur Witterungsbeständigkeit unter künstlicher Bestrahlung durchzuführen. Als Belastungszeitraum waren sechs Wochen vorgegeben.

2 Vorgehensweise

Für die Bewitterungsuntersuchungen unter simulierter Sonnenbestrahlung wurde das Expositionsgerät SUNTEST CPS+ der Firma ATLAS in Anlehnung an [1] eingesetzt. Als Strahlenquelle wirkt eine Xenon-Lampe (NXe 1500B) mit einer Quarzschale, die eine selektiv reflektierende Schicht für UV-Strahlung ab 270 nm besitzt. Die gewählte Strahlungsleistung entspricht einer Bestrahlungsstärke von 765 W/m^2 zwischen 270 nm und 800 nm Wellenlänge im Stundenmittel. Die verwendete mittlere Bestrahlungsstärke im Wellenlängenbereich von 270 nm bis 400 nm beträgt 100 W/m^2 im Stundenmittel.

In den ersten 3 Wochen (= Block A) wurden die Proben trocken durchgehend vorgenannter Bestrahlungsstärke ausgesetzt. In den letzten drei Wochen (=Block B) sollten die Proben zudem zyklisch unter Wasser gelagert werden, wobei in Anlehnung an [1] folgender Prüfablauf gewählt wurde:

Dauer	Bestrahlung	Unterwasserlagerung
108 min	765 W/m^2	nein
12 min	765 W/m^2	ja

Somit durchliefen die Proben während der Prüfung insgesamt 252 Trocken-Nass-Zyklen. Die Schwarzstandardtemperatur war in beiden Blöcken auf $60 \text{ }^\circ\text{C}$ geregelt, wodurch sich eine Probenraumtemperatur zwischen $45 \text{ }^\circ\text{C}$ und $55 \text{ }^\circ\text{C}$ einstellte. Die Proben wurden einmal wöchentlich einer Sichtkontrolle unterzogen und zudem zur Kontrolle von etwaigen Schädigungen des Verbundes erfolgte eine Gitterschnittprüfung mit einem Einschneidengerät nach [2]. Zwischen Ende der Bewitterungsprüfung und Durchführung der Gitterschnittprüfung wurde über mindestens 24 Stunden eine Lagerung unter Normklima bei $23 \text{ }^\circ\text{C}/50 \text{ } \%$ r. F. durchgeführt.

Die gesamte Strahlungsbelastung der Proben mit 765 kWh in 1000 Stunden entspricht in etwa der Strahlungssumme auf eine senkrechte Außenoberfläche über ein Jahr gemäß dem Referenzklima für Deutschland [3]. Je nach Orientierung beträgt dort die Bandbreite beispielsweise von 810 kWh/a für eine Südfassade bis zu 433 kWh/a für eine Nordfassade. Hierbei ist zu beachten; dass je nach geographischer Lage Abweichungen nach oben oder unten möglich sind.

Um das Feuchteverhalten der Beschichtung mit und ohne Strahlungsbelastung gegenüber stellen zu können, wurden zudem Proben für vier Wochen in Wasser bei ca. $20 \text{ }^\circ\text{C}$ Raumtemperatur gelagert und anschließend ebenfalls Gitterschnittprüfungen durchgeführt.

3 Untersuchungsgegenstand und Vorbereitung

Dem IBP wurden vom Auftraggeber in KW 39/09 insgesamt 15 Proben unterschiedlicher Gläser angeliefert. Die Abmessungen der Gläser betragen jeweils 20 cm x 30 cm, mit Dicken zwischen 4 mm und 6 mm. Alle Gläser waren werkseitig durch Fa. Hoffmann Glas, Peißen in einem manuellen Verfahren mit einer transparenten PU-Beschichtung versehen worden. Laut Angabe des Herstellers beträgt die Schichtdicke der Beschichtung $250 \mu\text{m} \pm 50 \mu\text{m}$. Dementsprechend wurde für die Gitterschnittprüfung nach [2] ein Abstand der Schnitte von 3 mm gewählt.

Aufgrund der im Prüfgerät maximal zur Verfügung stehenden Probenfläche von 180 mm x 260 mm wurden in Rücksprache mit dem Auftraggeber aus den angelieferten Proben eine Scheibe aus 6 mm Floatglas und eine braune Ornamentglasscheibe mit Beschichtung auf der Strukturseite ausgewählt und aus diesen jeweils sechs Proben mit einer Größe von 65 mm x 90 mm herausgeschnitten. Als Schneidwerkzeuge kamen für das Glas ein Glasschneider und zum Durchtrennen der Beschichtung ein Cutter zum Einsatz. Trotz größtmöglicher Sorgfalt bei der Probenherstellung, stellt ein nachträgliches Zuschneiden eine zusätzliche Belastung und somit ungewollte, mögliche Fehlerquelle dar. Da bei Probe Nr. 7 im Nachhinein ein Fehler bei der Herstellung nicht gänzlich ausgeschlossen werden konnte, wurde diese nicht in die Auswertung mit aufgenommen.

Jeweils vier der Proben je Glastype wurden gemäß Bild 1 in das Suntest Gerät eingebaut, eine Probe wurde als Rückstellmuster verwendet sowie eine weitere einer durchgehenden Wasserlagerung über vier Wochen ausgesetzt.

Wie in Bild 1 und 2 dargestellt, wurde eine Hälfte der Proben mit der Beschichtung vor dem Glas und die andere Hälfte mit der Beschichtung hinter dem Glas bewittert. Die Beschichtung auf der Außenseite stellt die höchste Belastung dar, bei raumseitiger Anordnung der Beschichtung wird ein Teil der beaufschlagten Bestrahlung insbesondere im UV-Bereich durch das Glas herausgefiltert, so dass die Belastung der PU Schicht tendenziell vermindert wird und nahezu nur im UV-A Spektrum liegt. Die mögliche Abnahme hängt von der Glassorte und -dicke, Verglasungsaufbau und Funktionsschichten ab. Bei Einfachglas beträgt der Transmissionsgrad im UV-Bereich beispielsweise für klares Floatglas ca. 63 % bei 4 mm bzw. 56 % bei 6 mm und bei Weißglas gleicher Stärke dagegen noch über 82 % bzw. 79 %. Beschichtete Gläser liegen z. T. deutlich darunter.

4 Ergebnisse der Untersuchung

Die Proben wurden in zwei Blöcken den Belastungen gemäß Abschnitt 2 ausgesetzt. Sowohl am Ende des Blocks A mit reiner Strahlungsbelastung als auch nach Ende des Blocks B mit kombinierter Strahlungs- und Feuchtebelastung wurde bei der Auswertung im Vergleich zur Referenzprobe weder Verfärbungen noch Ablösungen festgestellt (Bild 2).

Bei den Gitterschnittprüfungen wurde in allen Fällen die höchstmögliche Stufe „0“ ermittelt. Gemäß Tabelle 1 in [2] entspricht dies vollkommen glatten Schnittträgern sowie keinerlei Abplatzungen innerhalb der Schnittquadrate. Zwischen den unbelasteten Referenzproben, den Proben unter Strahlungsbelastung und nach vierwöchiger Unterwasserlagerung waren hinsichtlich dem Schneidwiderstand keine Unterschiede feststellbar. In Bild 3 und 4 sind exemplarisch die Proben mit der höchsten Belastung, d. h. Beschichtung auf der Außenseite, im Detail dargestellt.

5 Literatur

- [1] ISO 4892-2:2006-2: Plastics – Methods of Exposure to Laboratory light sources. Part 2: Xenon-arc lamps; www.iso.org
- [2] DIN EN ISO 2409: 2007-08: Beschichtungsstoffe – Gitterschnittprüfung, Beuth-Verlag, Berlin
- [3] DIN V 18599-10:2007-02; Energetische Bewertung von Gebäuden, Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten, Tabelle 7

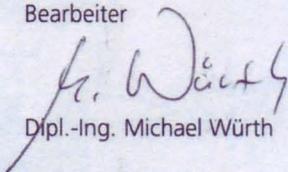
Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände.

Dieser Bericht besteht aus 4 Seiten Text und 4 Bildern.

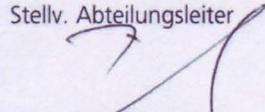
Stuttgart, den 4. Dezember 2009/JL

Auszugsweise Veröffentlichung nur mit
schriftlicher Genehmigung des Fraun-
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet.

Bearbeiter


Dipl.-Ing. Michael Würth

Stellv. Abteilungsleiter


Dipl.-Ing. (FH) Andreas Zegowitz

<p>Probe 1</p> <p>Muster Ornament Beschichtung auf Struktur</p> <p>Beschichtung vor Glas</p> <p>Prüfung Gitterschnitt</p>	<p>Probe 2</p> <p>Muster Ornament Beschichtung auf Struktur</p> <p>Beschichtung vor Glas</p>	<p>Probe 3</p> <p>Muster Float 6 mm</p> <p>Beschichtung vor Glas</p> <p>Prüfung Gitterschnitt</p>	<p>Probe 4</p> <p>Muster Float 6 mm</p> <p>Beschichtung vor Glas</p>
<p>Probe 5</p> <p>Muster Ornament Beschichtung auf Struktur</p> <p>Beschichtung hinter Glas</p> <p>Prüfung Gitterschnitt</p>	<p>Probe 6</p> <p>Muster Ornament Beschichtung auf Struktur</p> <p>Beschichtung hinter Glas</p>	<p>Probe 7</p> <p>Muster Float 6 mm</p> <p>Beschichtung hinter Glas</p> <p>Prüfung Gitterschnitt</p>	<p>Probe 8</p> <p>Muster Float 6 mm</p> <p>Beschichtung hinter Glas</p>

Bild 1: Übersicht und Anordnung der untersuchten Proben im Prüfgerät.

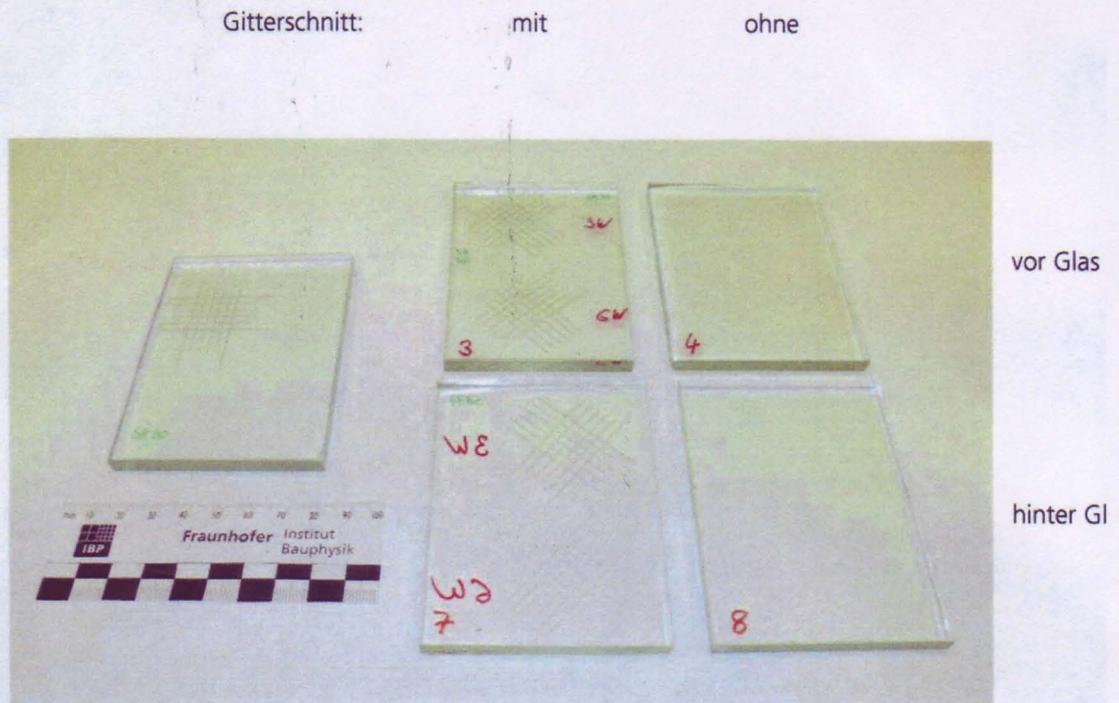


Bild 2: Übersicht der untersuchten Proben, oben Ornamentglas 4 mm, unten Floatglas 6 mm.

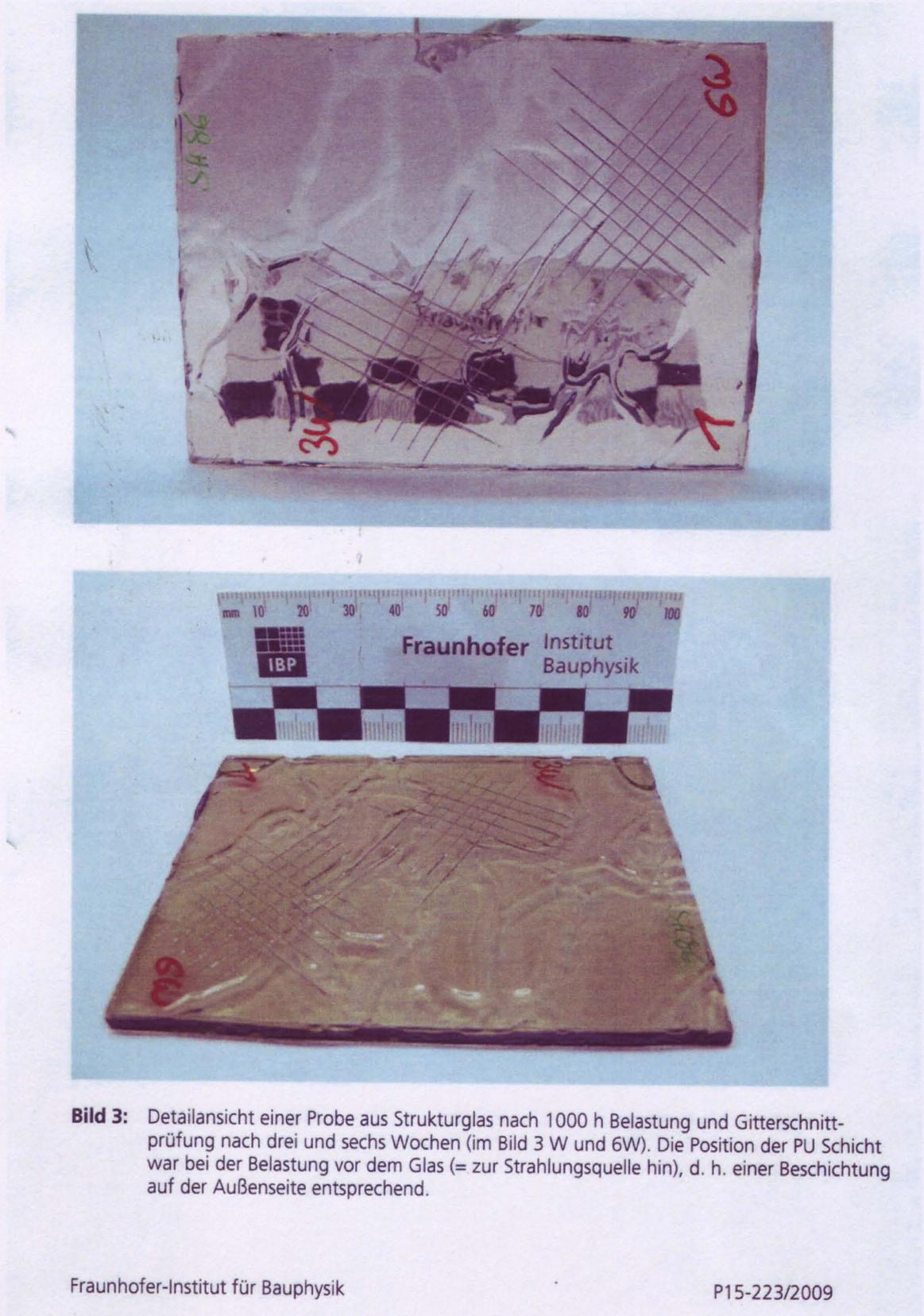


Bild 3: Detailansicht einer Probe aus Strukturglas nach 1000 h Belastung und Gitterschnittprüfung nach drei und sechs Wochen (im Bild 3 W und 6W). Die Position der PU Schicht war bei der Belastung vor dem Glas (= zur Strahlungsquelle hin), d. h. einer Beschichtung auf der Außenseite entsprechend.

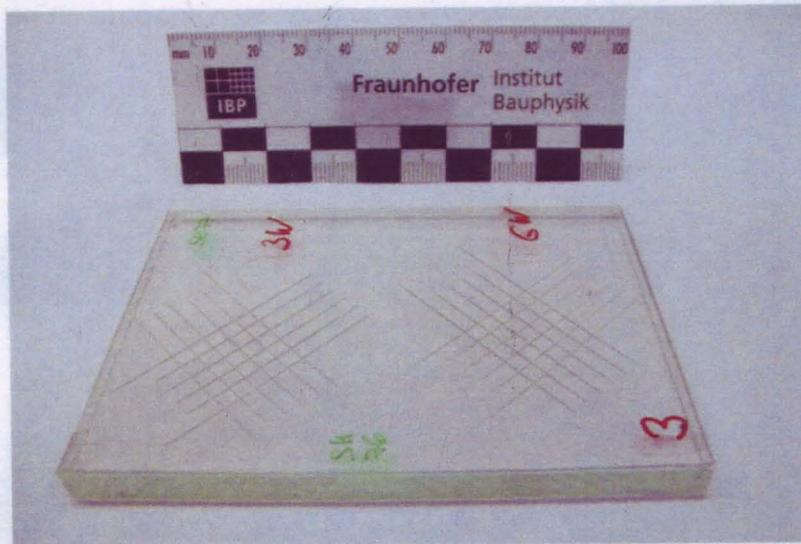
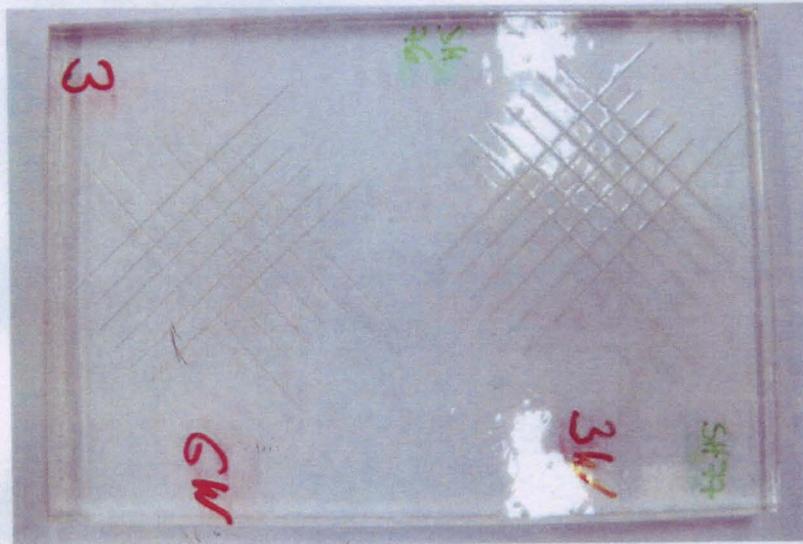


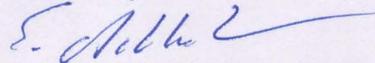
Bild 4: Detailansicht der Probe 3 aus Floatglas nach 1000 h Belastung und Gitterschnittprüfung nach drei und sechs Wochen (im Bild 3 W und 6W). Die Position der PU Schicht war bei der Belastung vor dem Glas (= zur Strahlungsquelle hin), d. h. einer Beschichtung auf der Außenseite entsprechend.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

P15-223/2009

Der Anfangszustand des aufgetragenen Polyurethanschichtsystems HG-MP 2008 wurde auf nach der 1000 h Belastung so wieder vorgefunden und bei der Gitternetzstruktur gab es keine Ablösungen und Veränderungen.

Wardenburg, den 15.3.2010


Dipl.-Ing. (FH) E. Achenbach

