

Haftung von SG-Klebstoffen an Gläsern mit organischen Oberflächenbeschichtungen

T 2830

T 2830

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

1998, ISBN 3-8167-5519-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

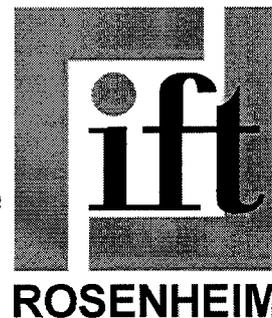
Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

e-mail irb@irb.fhg.de

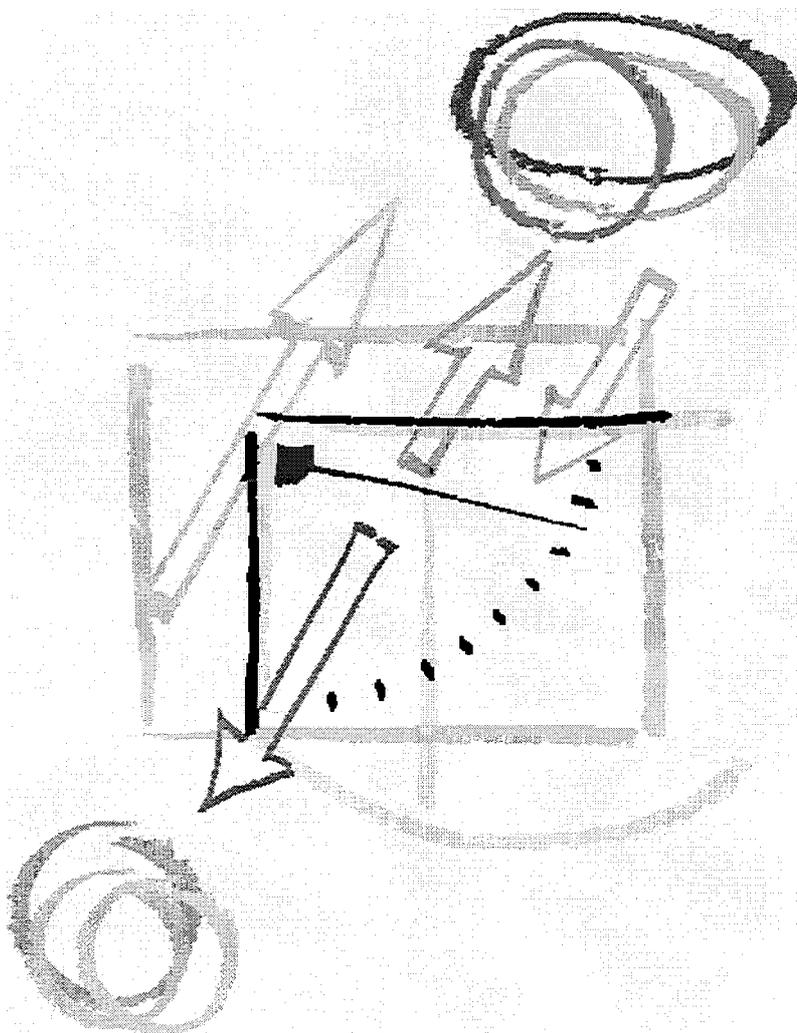
URL <http://www.irb.fhg.de>

Fenster
Türen
Fassaden
Werkstoffe
Zubehör



Forschungsvorhaben

**Haftung von SG-Klebstoffen an Gläsern mit
organischen Oberflächenbeschichtungen**



Abschlußbericht

27. Juli 1998

Abschlußbericht

Thema	Überprüfung der Prüfmethode nach dem Entwurf der Arbeitsgemeinschaft der EOTA "Draft Guideline for European Technical Approvals for Structural Sealant Glazing Systems" zur Charakterisierung der Haftung von SG-Klebstoffen an Gläsern mit organischen Oberflächenbeschichtungen
Kurztitel	Haftung von SG-Klebstoffen an Gläsern mit organischen Oberflächenbeschichtungen
Auftraggeber	Deutsches Institut für Bautechnik Kolonnenstraße 30 10829 Berlin
Forschungsstelle	i.f.t. Rosenheim Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim
Bearbeiter	Dipl.-Ing. (FH) Werner Stiel Dipl.-Ing. (FH) Karin Lieb
Institutsleitung	Professor Dipl.-Ing. Josef Schmid

Rosenheim, Juli 1998

Inhalt

	Seite
1 Problemstellung	1
2 Prüfprogramm	2
3 Probekörper	4
4 Durchführung	6
5 Ergebnisse	8
5.1 Ergebnisse an unbelasteten, organisch beschichteten Proben	8
5.2 Probekörperserie A	9
5.3 Probekörperserie B	10
5.4 Probekörperserie C	11
5.5 Probekörperserie D	12
5.6 Probekörperserie E	13
6 Zusatzversuche	14
6.1 Standardprüfung	14
6.2 Modifizierte Standardprüfung (Standard mit Dehnung)	16
6.3 Dehnung bei Raumtemperatur	17
6.4 Dehnung bei erhöhter Temperatur	18
7 Auswertung	19
Anlage 1 Technische Daten zur Bestrahlungsstärke während der Klimabelastung (2 Seiten)	
Anlage 2 Temperaturverlauf während der Klimabelastung (1 Seite)	
Anlage 3 Fotos (2 Seiten)	
Anlage 4 Kraft-Weg-Diagramm (1 Seite)	

1 Problemstellung

In den letzten Jahren wurden an vielen Structural Glazing-Systemen Versuche durchgeführt, mit denen die Funktionsfähigkeit der strukturellen Klebung nachgewiesen werden konnte. Hierunter versteht man eine Verglasung, bei der transparente oder opake Glasscheiben oder Glaselemente durch Klebung miteinander und mit einem Rahmen verbunden sind. Als Prüfvorschrift diente das Programm der CEN/TC 129/WG 16, mittlerweile erschienen als prEN 13022 Teil 1 bis 4 [1], sowie die ETA-Richtlinie „Draft Guideline for European Technical Approval for Structural Sealant Glazing Systems“ [2]. Nach diesen europäischen Prüfvorschriften wurde die Eignung von Klebstoffen und das Haftverhalten zu den Haftflächen Glas mit und ohne anorganischen Beschichtungen, sowie das Haftverhalten zu anodisch oxidierten Aluminiumoberflächen überprüft. Mit positivem Prüfnachweis konnte der Systeminhaber die Eignung nachweisen und die Bauaufsichtsbehörde eine objektbezogene „Zustimmung im Einzelfall“ oder eine generelle „Bauaufsichtliche Zulassung“ erteilen.

Von Structural Glazing-Systemen auf anorganische Haftflächen sind bis heute keine Schäden, die durch Adhäsionsverlust der Klebung ausgelöst wurden, bekannt.

Aus architektonischen Gründen, mit dem primären Wunsch nach einer größeren Vielfalt in der farblichen Fassadengestaltung, aber auch aus wirtschaftlichen Gründen, verstärkten sich die Anfragen, ob Glas mit organischen Beschichtungen als Haftfläche für Structural Glazing Klebungen geeignet ist. Die bisherigen Erfahrungen zeigten kein einheitliches Bild, da auch bei den Delegierten der EOTA-Gruppe sowohl positive als auch negative Erfahrungen vorlagen.

Aus dieser Situation entstand am 15. Juli 1996 in Brüssel der Entwurf des Prüfprogramms der EOTA für SSGS (Structural Sealant Glazing Systems) auf organischen Schichten, das in dem EOTA - Papier 400/60883/ED/WS dokumentiert ist [3].

Da keine ausreichenden Erkenntnisse zur Beurteilung der Klebung auf organischen Schichten nach diesem Prüfprogramm vorlagen, wurde das i.f.t. Rosenheim vom DIBt, Berlin, beauftragt, Untersuchungen zur Klärung der Eignung durchzuführen.

2 Prüfprogramm

Gegenüber den bisher üblichen Prüfverfahren [1, 2] für die Beurteilung von Structural Glazing Klebungen sieht der Vorschlag der EOTA-Arbeitsgruppe für ein Prüfprogramm für organische Beschichtungen [3] eine Überlagerung von Einzelbelastungen vor. Diese bestehen aus

- Dauer-Dehnung der Klebefuge und
- Klima-Belastung bei hoher Temperatur und hoher Luftfeuchte mit gleichzeitiger UV-Beanspruchung.

Das Prüfprogramm [3] sieht im Detail folgenden Ablauf vor:

Vorbereitung

- Anbringen von zwei Gitterschnitten nach ISO 2409 [4]
- Die mechanische Beanspruchung der Verbindung Glas-organische Schicht wird durch eine permanente Dehnung des Dichtstoffes durch einen Abstandhalter aufgebracht. Die Höhe des Abstandhalters ergibt sich aus den Dichtstoffeigenschaften und der Forderung aus [2]: $\Delta l / l = 3\sigma_{des} / K_0$, wobei σ_{des} mit 0,14 N/mm² (Designspannung), K_0 mit 1 N/mm² (Kraft-Verformungsverhalten des Klebstoffes) und l mit ca. 12 mm Klebstofflänge angenommen wurde.

Für die Dehnung ergibt sich somit ein Wert von $\Delta l = 1,5$ mm.

Klimabelastung des Probekörpers

Der folgende Prüfabschnitt soll nach dem Prüfprogramm viermal durchlaufen werden:

- 984 Stunden bei (70 ± 3) °C Lufttemperatur bei einer Luftfeuchte ≥ 80 % mit gleichzeitiger UV-Bestrahlung mit einer Xenon-Lampe und einer Intensität von 50 W/m² im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 400 nm auf Höhe der Probekörper. Ein IR-Filter wird verwendet.
- 24 Stunden bei einer Lufttemperatur von (-15 ± 3) °C. Bei dieser Belastung ist eine Kondensation von Wasser auf dem Probekörper erlaubt.

Nach der viermaligen Wiederholung des Prüfabschnittes wird die eine Hälfte des Probekörpers für 24 Stunden in ein Wasserbad von (60 ± 2) °C getaucht. Die andere Hälfte befindet sich im Klima, das sich in einer geschlossenen Kammer über diesem Wasserbad einstellt.

Der zeitliche Ablauf eines Prüfabschnitts ist in Bild 1 dargestellt.

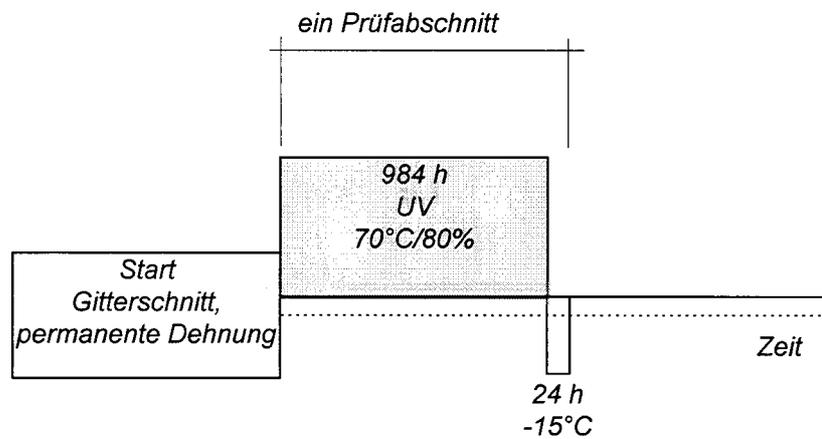


Bild 1 Darstellung eines Prüfabschnitts

Prüfungen

- Nach dem Herausnehmen des Probekörpers aus der Belastung wird in der Gitterschnittprüfung der Zustand und die Haftung der organischen Beschichtung im „Klebeband-Abziehversuch“ auf Glas sofort (innerhalb von fünf Minuten) beurteilt. Die Vorgehensweise ist in der ISO 2409 Kapitel 7.2.6 [4] beschrieben.
- Nach einer Zwischenlagerung von 24 Stunden im Normklima DIN 50014-23/50-2 [5] wird im Zugversuch das Haftverhalten der Klebung untersucht. Dabei wird die Zugfestigkeit ermittelt und das dabei entstehende Bruchbild beurteilt.

3 Probekörper

Die Prüfungen werden an Probekörpern nach Bild 2 durchgeführt, wenn es sich um organische Beschichtungen auf ESG (Einscheiben-Sicherheitsglas) handelt und an Probekörpern nach Bild 3, wenn organisch beschichtetes Floatglas eingesetzt werden kann (siehe auch Anlage 3, Bild 1 und Bild 2).

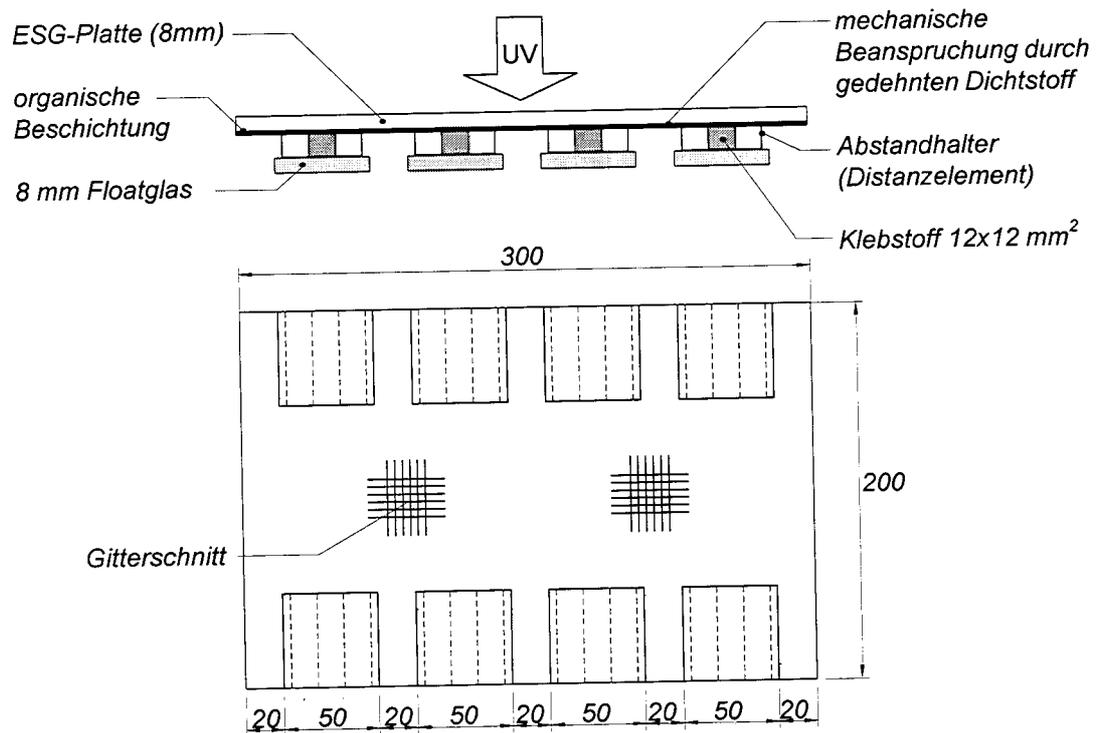


Bild 2 Probekörper für die Prüfung an ESG mit organischer Beschichtung

Für die Untersuchung wurden von den Herstellern von Glasbeschichtungen und den Klebstoffherstellern Probekörper zur Verfügung gestellt.

Es wurde ein Klebstoff verwendet, von dem ein Nachweis der Eignung für Structural Glazing Klebungen für den Einsatz in Deutschland vorliegt.

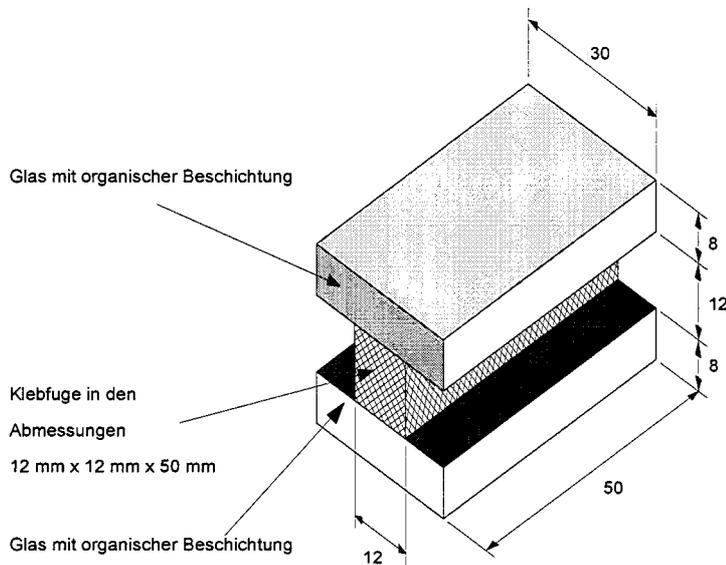


Bild 3 Probekörper für die Prüfung an Floatglas mit organischer Beschichtung

Über die Details der organischen Beschichtung liegen dem i.f.t. keine Informationen der Hersteller vor. Es handelt sich bei den organischen Beschichtungen in der Regel um heiß-applizierte Beschichtungen im Walz- oder Spritzverfahren auf der Basis von Polyurethan.

Die Probenherstellung erfolgte im Labor des Klebstoffherstellers. Um eine neutrale Bewertung zu gewährleisten wurde eine allgemeine Probenbezeichnung entsprechend Tabelle 1 gewählt.

Tabelle 1 Probekörperbezeichnung

Probekörperbezeichnung	Beschichtung auf Glas	Probeform
A 1 bis A n	organische Beschichtung Typ A	nach Bild 2
B 1 bis B n	organische Beschichtung Typ B	nach Bild 2
C 1 bis C n	organische Beschichtung Typ C	nach Bild 2
D 1 bis D n	organische Beschichtung Typ D	nach Bild 3
E 1 bis E n	organische Beschichtung Typ E	nach Bild 3

4 Durchführung

Die in dem Prüfprogramm festgelegten Versuchskriterien erfordern eine multifunktionale Prüfeinrichtung, die in der geforderten Form im Handel zur Zeit nicht angeboten wird. Das i.f.t. Rosenheim hat deshalb eine Klimaeinrichtung aus handelsüblichen Einzelkomponenten zusammengestellt, welche den vorgegebenen Anforderungen entspricht. Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit in den vorgegebenen Grenzen wurde in Vorversuchen bestätigt. Die Einzelkomponenten sind in Bild 4 dargestellt und nachfolgend in den Punkten a) bis g) zusammengefaßt.

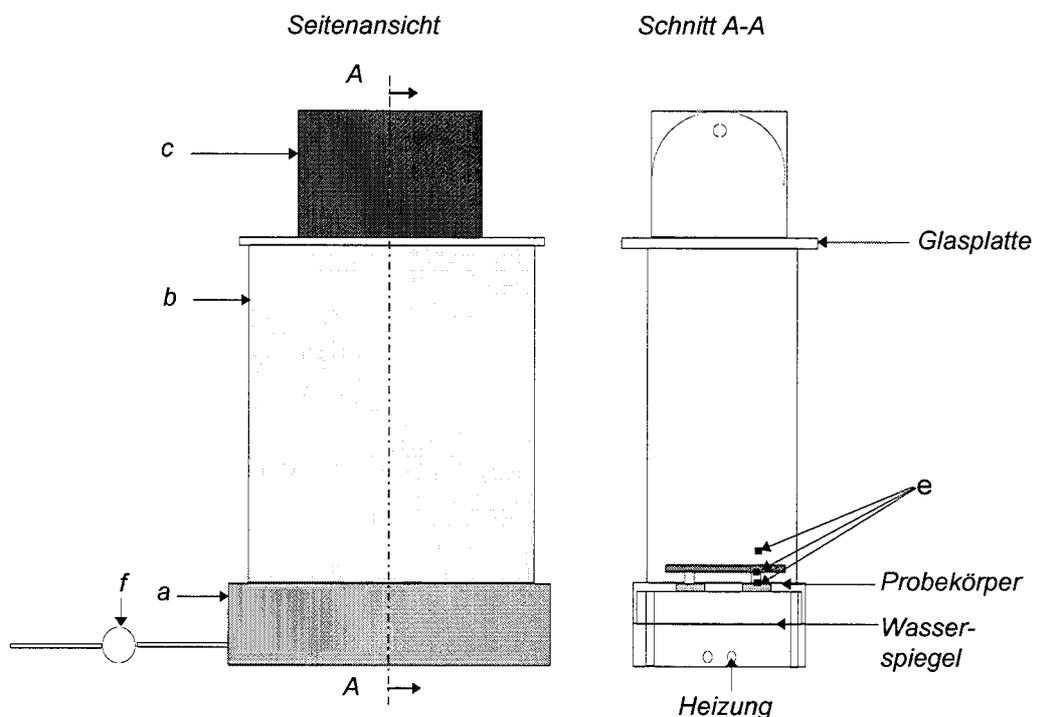


Bild 4 Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung für die Klimabelastung gemäß Vorschlag EOTA

- a) Beheizbares Wasserbad (Fa. Köttermann) zur Erzeugung von Temperatur und Luftfeuchte mit Edelstahlrost als Auflage für die Probekörper.
- b) Aluminiumgehäuse als rechteckige Röhre für konstante Prüfbedingungen, aufgesetzt auf das Wasserbad, oben abgedeckt mit einer Glasplatte $d = 8 \text{ mm}$.

- c) Metallhalogenidstrahler (Fa. Höhnle) für die UV-Bestrahlung, aufgesetzt auf die Glasplatte (Anlage 1, Spektralverteilung und Intensität über die Meßfläche).
- d) Meßgerät für Luftfeuchte (Fa. Vaisala).
- e) Temperaturmeßstellen (Thermoelemente Kupfer-Konstantan) für Lufttemperatur über der Glasprobe, in der oberen Grenzfläche und in der unteren Grenzfläche Klebstoff / Fügepartner (Anlage 2, Temperaturverlauf an den Meßpunkten).
- f) Wasserstandsregelung für Wasserbad.
- g) Kalibriertes UVA-Meßgerät (Fa. PRC)

Die permanente Dehnung wurde bei allen Probekörpern mit $\Delta l = 1,5$ mm durchgeführt.

Vor und nach den Belastungen wird die Zugfestigkeit im Zugversuch ermittelt. Dabei wird der Probekörper mit einer gleichförmigen Vorschubgeschwindigkeit von 5 mm/min auf einer Prüfmaschine nach DIN EN 10002, Klasse 1, bis zum Bruch belastet.

Da die Anforderungen für das Bruchbild sich nur auf den Kohäsionsbruch im Klebstoff beziehen, wurde in den Prüfungen nur der Kohäsionsbruch im Klebstoff bewertet.

Unabhängig vom Haftverhalten der Klebung sind Gitterschnitte auf der organischen Beschichtung zu beurteilen. Die Gitterschnitte nach ISO 2409 werden bei Kleinproben nach Bild 3 auf separaten Glasplatten angebracht.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse an unbelasteten, organisch beschichteten Proben

Von dem verwendeten, bekannten Klebstoff sind die Zugfestigkeiten im unbelasteten Zustand an Proben der Serie E in Tabelle 2 zusammengestellt. Da grundsätzlich ein 100%iger Kohäsionsbruch im Klebstoff auftrat, kann die Zugfestigkeit nach Tabelle 2 als Basiswert für alle Proben mit unterschiedlicher organischer Beschichtung angesetzt werden.

Tabelle 2 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild von Proben Serie E im unbelasteten Zustand

Probekörper Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ²	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
0.1	0,87	100 %
0.2	0,85	100 %
0.3	0,91	100 %
0.4	1,01	100 %
0.5	0,99	100 %
0.6	1,08	100 %
0.7	0,92	100 %
0.8	0,87	100 %
0.9	0,91	100 %
0.10	1,10	100 %
Mittelwert	0,95	
Standardabw.	0,10	
R _{U5} *)	0,77	

*) Charakteristischer Wert, in dem bei 75 % Wahrscheinlichkeit 95 % der Werte enthalten sind (5 %-Fraktile)

5.2 Probekörperserie A

Von der Probenserie A wurde eine beschichtete Glasplatte nach Bild 2 einem Prüfabschnitt nach Bild 1 ausgesetzt.

Tabelle 3 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild von Proben der Serie A

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ² nach einem Prüfabschnitt	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
A1	0,96	100 %
A2	0,82	80 %
A3	0,84	85 %
A4	0,98	100 %
A5	0,92	100 %
Mittelwert	0,90	
Standardabweichung	0,07	
R _{U5}	0,74	

Der in die Beschichtung A eingebrachte Gitterschnitt zeigte nach der Belastung mit einem Prüfabschnitt nach Bild 1 keine sichtbaren Veränderungen. Die Abziehprüfung mit Klebeband ergab nach der Bewertung der ISO 2409 den Gitterschnittkennwert 0.

5.3 Probekörperserie B

Von der Probenserie B wurde eine beschichtete Glasplatte nach Bild 2 einem Prüfabschnitt nach Bild 1 ausgesetzt. Anlage 3, Bild 3, zeigt ein typisches Bruchbild, das mit < 10 % Kohäsionsbruch im Klebstoff beurteilt wurde.

Tabelle 4 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild von Proben der Serie B

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ² nach einem Prüfabschnitt	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
B1	< 0,1	< 10 %
B2	< 0,1	< 10 %
B3	1,31	100 %
B4	1,08	100 %
B5	1,07	100 %
Mittelwert	0,73	
Standardabweichung	0,59	
R _{U5}	0	

Der in die Beschichtung B eingebrachte Gitterschnitt zeigte nach der Belastung mit einem Prüfabschnitt nach Bild 1 keine sichtbaren Veränderungen. Die Abziehprüfung mit Klebeband ergab nach der Bewertung der ISO 2409 den Gitterschnittkennwert 0.

5.4 Probekörperserie C

Von der Probenserie C wurden zwei beschichtete Glasplatten nach Bild 2 einem Prüfabschnitt nach Bild 1 ausgesetzt.

Tabelle 5 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild von Proben der Serie C

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ² nach einem Prüfabschnitt	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
C1	0,82	100 %
C2	1,02 *)	100 %
C3	0,88	100 %
C4	< 0,1	< 10 %
C5	0,43	60 %
C6	0,87	100 %
C7	< 0,1	< 10 %
C8	0,69	70 %
C9	1,06	100 %
C10	1,12	100 %
Mittelwert	0,78	
Standardabweichung	0,33	
R _{U5}	0,1	

*) Ein typisches Kraft-Weg-Diagramm am Beispiel dieses Versuchs ist in Anlage 4 dargestellt.

Der in die Beschichtung C eingebrachte Gitterschnitt zeigte nach der Belastung mit einem Prüfabschnitt nach Bild 1 keine sichtbaren Veränderungen. Die Abziehprüfung mit Klebeband ergab nach der Bewertung der ISO 2409 den Gitterschnittkennwert 0.

5.5 Probekörperserie D

Von der Probenserie D wurden beschichtete Proben nach Bild 3 einem Prüfabschnitt nach Bild 1 ausgesetzt. Anlage 3, Bild 4, zeigt ein typisches Bruchbild für diese Serie.

Tabelle 6 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild von Proben der Serie D

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ² nach einem Prüfabschnitt	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
D1	< 0,1	< 10 %
D2	< 0,1	< 10 %
D3	< 0,1	< 10 %
D4	< 0,1	< 10 %
D5	< 0,1	< 10 %
Mittelwert	< 0,1	
R _{U5}	< 0,1	

Der in die Beschichtung D eingebrachte Gitterschnitt zeigte nach der Belastung mit einem Prüfabschnitt nach Bild 1 keine sichtbaren Veränderungen. Die Abziehprüfung mit Klebeband ergab nach der Bewertung der ISO 2409 den Gitterschnittkennwert 0.

5.6 Probekörperserie E

Von der Probenserie E wurden beschichtete Proben nach Bild 3 einem Prüfabschnitt nach Bild 1 ausgesetzt.

Tabelle 7 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild von Proben der Serie E

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ² nach einem Prüfabschnitt	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
E1	< 0,1	< 10 %
E2	< 0,1	< 10 %
E3	< 0,1	< 10 %
E4	< 0,1	< 10 %
E5	< 0,1	< 10 %
Mittelwert	< 0,1	
R _{U5}	< 0,1	

Der in die Beschichtung E eingebrachte Gitterschnitt zeigte nach der Belastung mit einem Prüfabschnitt nach Bild 1 keine sichtbaren Veränderungen. Die Abziehprüfung mit Klebeband ergab nach der Bewertung der ISO 2409 den Gitterschnittkennwert 0.

6 Zusatzversuche

Aufgrund der unerwarteten Ergebnisse trat die Frage nach den Ursachen auf. Zur Klärung wurden orientierende Zusatzversuche durchgeführt. Hierfür standen noch Probekörper der Serie D und E zur Verfügung.

6.1 Standardprüfung

Die nachfolgend beschriebene Prüfung 5.1.4.2.1 nach der ETAG [2] wird im weiteren Verlauf als „Standardprüfung“ bezeichnet. Sie ist für den Nachweis der Klebung auf anorganischen Schichten erforderlich und wurde an Probekörpern der Serie D und E im ungedehnten Zustand durchgeführt.

Dabei werden nach der Vorlagerung A entsprechend der ISO 10 591 Probekörper nach Bild 3 in einem Bestrahlungsgerät mit $(600 \pm 50) \text{ W/m}^2$ bei gleichzeitiger Wasserlagerung mit Wasserumwälzung (Gerät: Suntest CPS+) belastet. Die Belastungsdauer beträgt 1000 Stunden bei einer Wasserbadtemperatur von $(45 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$. Nach der Belastung und einer Zwischenlagerung von 24 Stunden im Normalklima DIN 50 014-23/50-2 wird die Zugfestigkeit bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ bis zum Bruch mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 5 mm/min und das Bruchbild ermittelt.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 8 und 9 zusammengestellt.

Tabelle 8 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild nach Standardprüfung, Produkt D im ungedehnten Zustand

Probekörper Nr.	Zugfestigkeit nach Standardprüfung in N/mm ²	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
D 11	0,97	100 %
D 12	1,00	100 %
D 13	0,99	100 %
D 14	0,95	100 %
D 15	0,84	100 %
D 16	0,98	100 %
D 17	0,90	100 %
D 18	0,95	100 %
D 19	0,72	100 %
D 20	1,01	100 %
Mittelwert	0,93	
Standardabw.	0,09	
R _{U5}	0,75	

Tabelle 9 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild nach Standardprüfung, Produkt E im ungedehnten Zustand

Probekörper Nr.	Zugfestigkeit nach Standardprüfung in N/mm ²	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
E 11	1,17	100 %
E 12	1,23	100 %
E 13	1,08	100 %
E 14	1,06	100 %
E 15	0,96	100 %
E 16	1,20	100 %
E 17	1,24	100 %
E 18	1,02	100 %
E 19	1,06	100 %
E 20	1,04	100 %
Mittelwert	1,10	
Standardabw.	0,09	
R _{U5}	0,90	

6.2 Modifizierte Standardprüfung (Standard mit Dehnung)

Ergänzend wurden die Standardprüfung an Probekörpern mit Klebung auf unterschiedlichen Beschichtungen, jedoch mit einer Dehnung von 1,5 mm über die Belastungszeit durchgeführt. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild nach Standardprüfung, mit verschiedenen Beschichtungen und einer Dehnung von 1,5 mm

PK Nr.	Zugfestigkeit nach Standardprüfung in N/mm ²	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
Floatglas; ohne Beschichtung	0,67	80 %
Floatglas; ohne Beschichtung	0,79	85 %
Floatglas mit anorganischer Beschichtung	0,33	30 %
Floatglas mit anorganischer Beschichtung	0,34	30 %
D 21	< 0,1	< 10 %
D 22	< 0,1	< 10 %
D 23	< 0,1	< 10 %
E 21	< 0,1	< 10 %
E 22	< 0,1	< 10 %
E 23	< 0,1	< 10 %

6.3 Dehnung bei Raumtemperatur

Um den Einfluß der Dehnung zu erkennen, wurden um 1,5 mm gedehnte Proben der Serie D und E einer 10 Monate langen Dauerbelastung im Normklima und im Wasserbad bei Raumtemperatur ausgesetzt. Die Ergebnisse zeigen die Tabellen 11 und 12.

Tabelle 11 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild nach 10 Monaten Lagerung im Normklima DIN 50014-23/50-2, mit Dehnung von 1,5 mm

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm ²	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
D 31	0,99	100 %
D 32	0,99	100 %
D 33	0,99	100 %
E 31	1,00	100 %
E 32	0,95	100 %
E 33	1,10	100 %

Tabelle 12 Ergebnis von Zugfestigkeit und Bruchbild nach 10 Monaten Lagerung im Reinstwasser bei $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$, mit Dehnung von 1,5 mm

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm^2	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
D 34	0,84	100 %
D 35	0,11	5 %
D 36	0,89	100 %
E 34	0,88	100 %
E 35	0,81	100 %
E 36	0,87	100 %

6.4 Dehnung bei erhöhter Temperatur

Um 1,5 mm gedehnte Proben der Serien D und E wurden einer zweiwöchigen Konstantklimalagerung nach DIN 52 344 [6] bei $(52 \pm 3) ^\circ\text{C}$ und >95 % rel. Feuchte ausgesetzt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13 Ergebnisse der Zugfestigkeit nach 2 Wochen Lagerung bei $(52 \pm 3) ^\circ\text{C}$ und einer Luftfeuchte > 95 %, (Konstantklimalagerung nach DIN 52344) mit Dehnung von 1,5 mm

PK Nr.	Zugfestigkeit in N/mm^2	Flächenanteil Kohäsionsbruch im Klebstoff
D 37	$< 0,1$	< 10 %
D 38	$< 0,1$	< 10 %
D 39	$< 0,1$	< 10 %
E 37	$< 0,1$	< 10 %
E 38	$< 0,1$	< 10 %
E 39	$< 0,1$	< 10 %

7 Auswertung

In Auswertung der durchgeführten Versuche wurde folgendes festgestellt:

- Die im EOTA-Programm für organische Beschichtungen [3] vorgesehenen primären Belastungen aus Dehnung der Klebfuge bei gleichzeitiger hoher Temperaturbelastung, führen bei den fünf untersuchten organischen Beschichtungen auf Glas zu Bruchbildern, die die Anforderungen des Prüfvorschlages von ≥ 90 % Kohäsionsbruch im Klebstoff nicht erfüllen. Das Versagen erfolgt fast ausschließlich als Adhäsionsbruch zwischen Glas und organischer Beschichtung.
- Die Proben der Serie D und E erfüllen die Anforderungen nach dem EOTA-Programm für organische Beschichtungen [3] nicht.
- Die Proben der Serie D und E erfüllen jedoch die Anforderungen der Standardprüfung ohne zusätzlich Dehnung.
- Proben ohne Beschichtung und Proben mit anorganischer Beschichtung erfüllen die Anforderungen der Standardprüfung im gedehnten Zustand nicht.
- Proben, die gedehnt im Normalklima bzw. im Wasserbad bei 20 °C gelagert werden, zeigen, mit Ausnahme einer Probe, ein positives Ergebnis.
- Proben, die gedehnt im Konstantklima 52°C/95% gelagert werden, versagen während der Belastungszeit.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß typische Structural Glazing Proben, die mit der hier eingesetzten zusätzlichen Dehnung von 1,5 mm versehen werden, den Anforderungen nicht standhalten können. Die gleichzeitige Belastung mit hoher Temperatur, hoher Luftfeuchte und einwirkenden Zugkräften konnte von keiner der überprüften Glasbeschichtungen aufgenommen werden. Der Kohäsionsbruch im Klebstoff mit ≥ 90 % wird nicht erreicht. Das Belastungsniveau im Prüfprogramm [3] läßt daher keine Charakterisierung der Haftung auf organisch beschichtetem Glas zu.

Es wurde bereits nachgewiesen, daß auch Proben mit organischen Beschichtungen die im Standardprogramm beschriebenen Anforderungen erfüllen können. Erfahrungen in der Praxis haben jedoch gezeigt, daß trotz dieser positiven Prüfungen Schadensfälle bei der Klebung auf organischen Schichten aufgetreten sind.

Ein Prüfprogramm zur Charakterisierung des Haftverhaltens von SG-Kle-
bungen auf organischen Schichten muß daher neu überarbeitet werden. Das
vorliegende Programm hat sich als zu hohe Belastung für alle Fügepartner
erwiesen.

i.f.t. Rosenheim

27. Juli 1998



Institutsleiter
Professor Josef Schmid



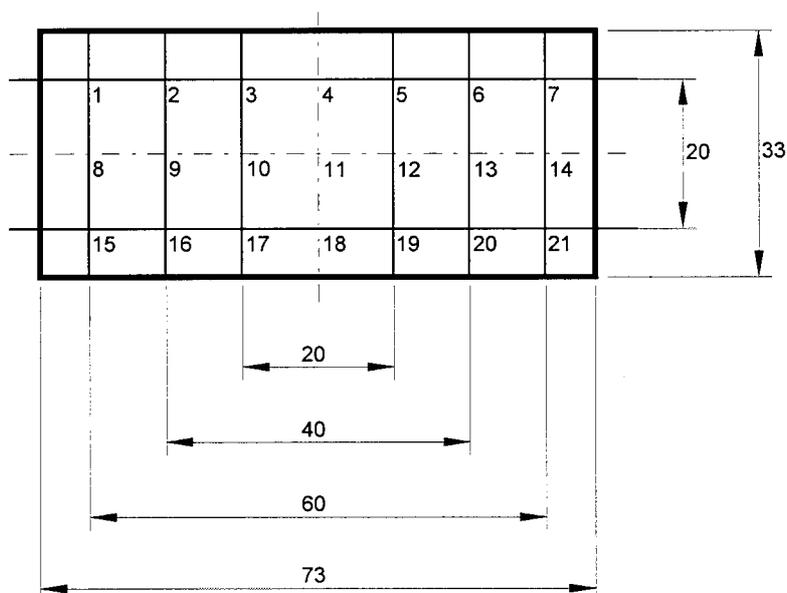
Bereich Materialprüfung
Werner Stiell

Zitierte Stellen

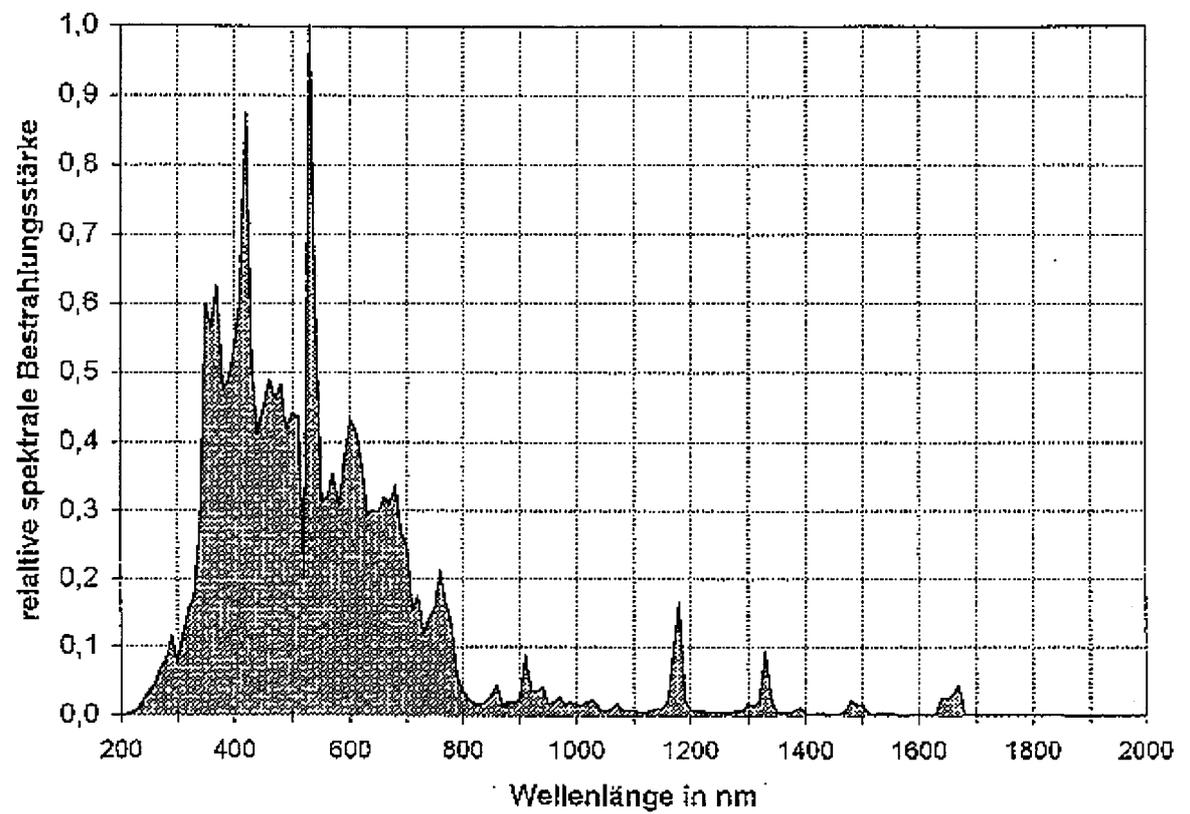
- (1) Entwurf der DIN EN 13022 Teil 1 bis Teil 4: „Geklebte lastabtragende Glaskonstruk-
tion“, Januar 1998.
- (2) Draft ETAG n° 002: „Draft Guideline for European Technical Approval for Structural
Sealant Glazing Systems“, April 1998.
- (3) EOTA - Arbeitspapier 400/60883/ED/WS für SSGS (Structural Sealant Glazing
Systems) auf organischen Schichten, 15. Juli 1996, Brüssel.
- (4) ISO 2409, Lacke und Anstrichstoffe, Gitterschnittprüfung, 1992-08-15.
- (5) DIN 50 014, Klimate und ihre technische Anwendung, Normalklimate, Juli 1985.
- (6) DIN 52 344, Prüfung von Glas, Klimawechselprüfung Mehrscheiben-Isolierglas,
Mai 1984.

Technische Daten zur Bestrahlungsstärke während der Klimabelastung

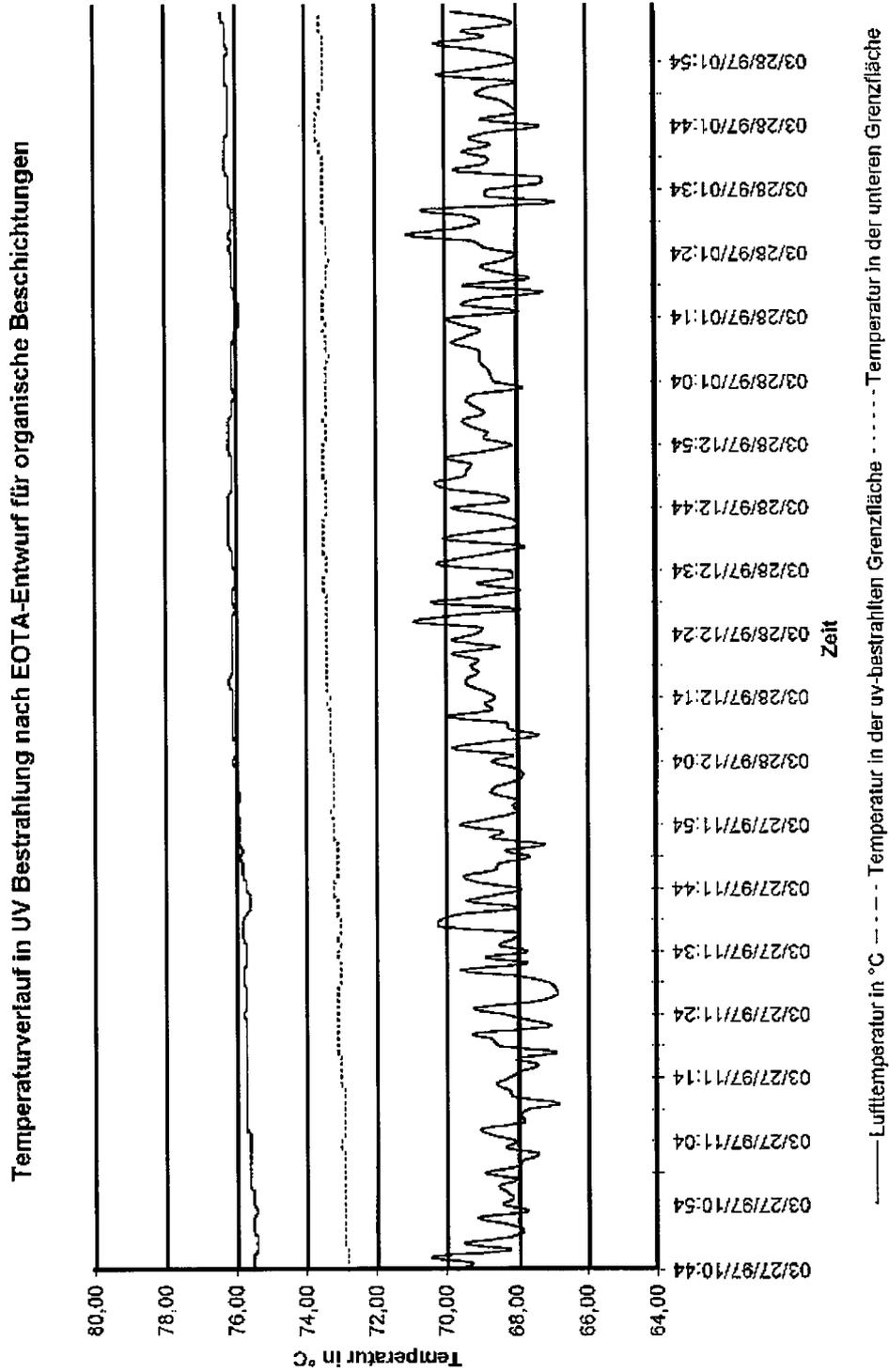
Meßstelle	UVA-Strahlung in W/m2
1	49
2	49
3	49
4	49
5	49
6	50
7	53
8	50
9	49
10	50
11	50
12	49
13	49
14	53
15	49
16	47
17	47
18	47
19	47
20	48
21	50



Technische Daten zur Bestrahlungsstärke während der Klimabelastung



Temperaturverlauf während der Klimabelastung



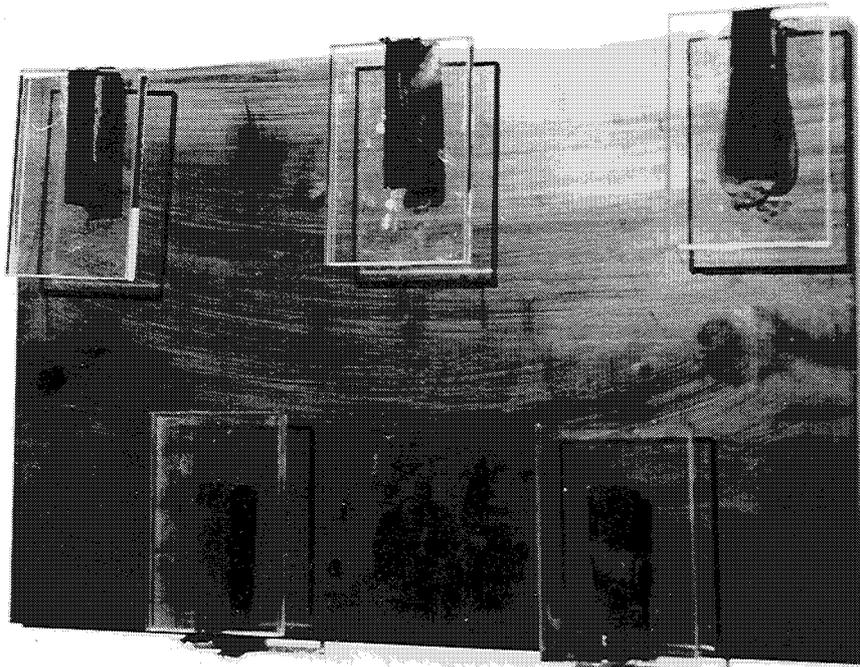


Bild 1 Probekörper für die Prüfung an ESG mit organischer Beschichtung

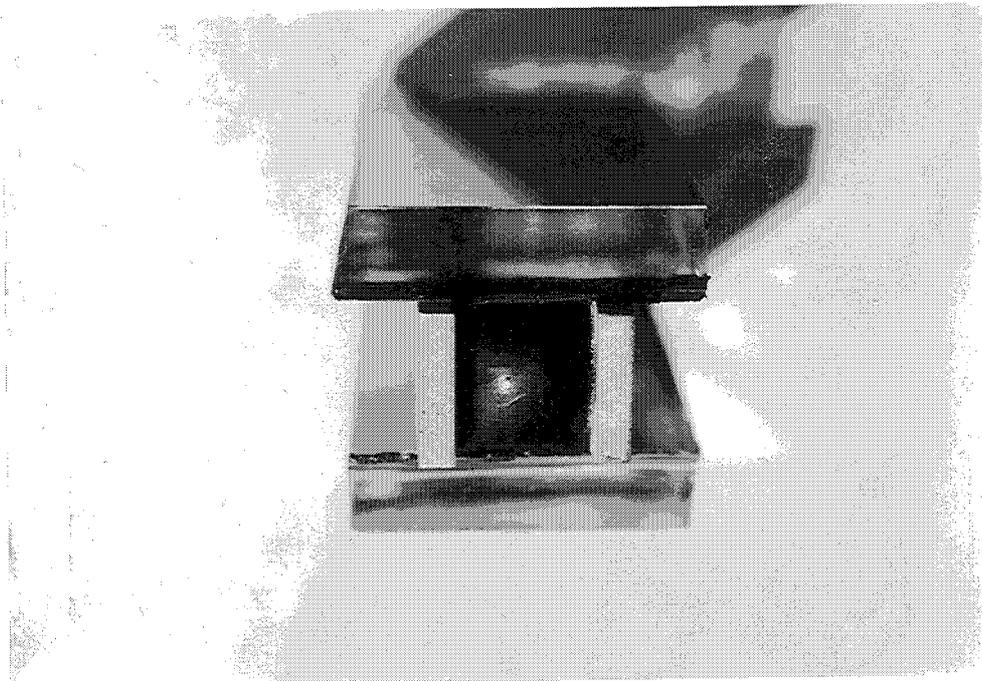


Bild 2 Probekörper für die Prüfung von Floatglas mit organischer Beschichtung im gedehnten Zustand

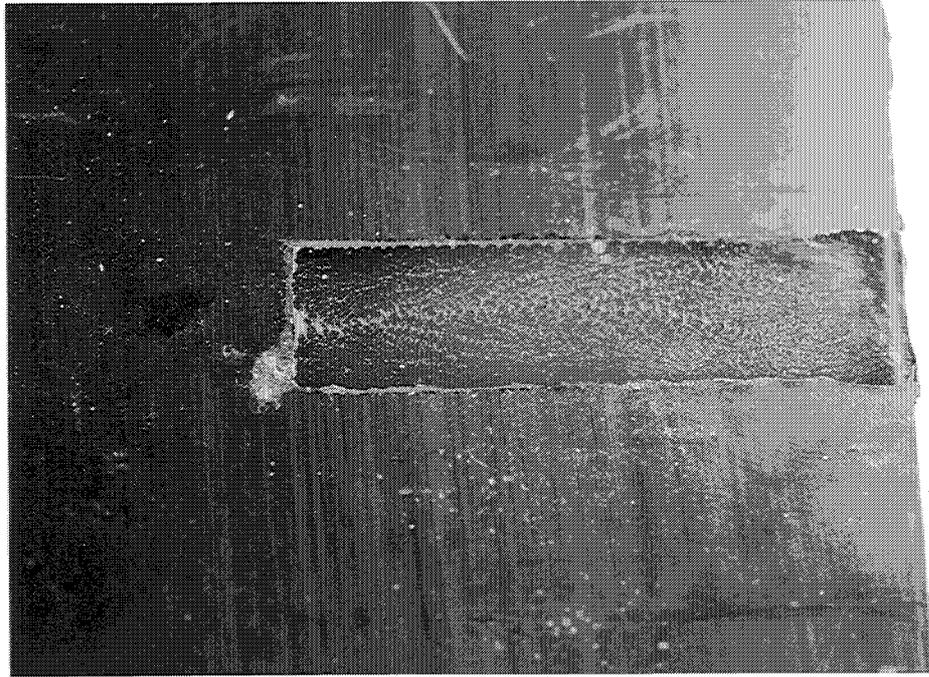


Bild 3 Bruchbild von Probe B2

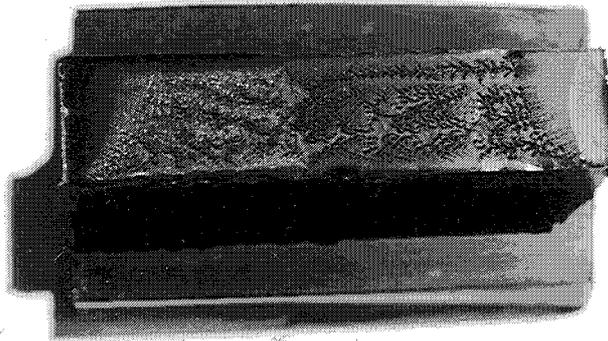


Bild 4 Bruchbild von Probe D1

Kraft-Weg-Diagramm

i . f . t . Materialprüfung

Auftrag Nr. EDTA organische Schichten
Haftverhalten im Zugversuch

Datum : 10.09.97

Beanspruchung: .
Probekörper : Pk C2
Prüfer : K.Lieb

PRUEFERGEBNISSE :

n	F-max N	F-max N/mm ²	L bei F-max mm	Dehnung bei Fmax %
1 0	612.8	1.02	39.9	332

