

## Untersuchungsbericht B 20 1457

### 1. Ausfertigung

Auftraggeber: Scheuten Glas Nederland BV  
Van Heemskerckweg 9  
NL – 5928 LL Venlo

Auftrag vom: 21.10.2020 Bestell-Nr. oder Zeichen: 2008105251  
Auftrag über: Zugversuche, Pummeltests und lichttechnische Messungen an  
„Verbund-Sicherheitsglas mit der Verbundfolie SAFLEX DG mit Schubverbund“  
gemäß Gutachten G-70-19-0002 vom 24.06.2020

Untersuchungs- Gutachten G-70-19-0002 vom 24.06.2020  
verfahren:

Untersuchungs- • Float 4 mm / SAFLEX DG 0,76 mm / Float 4 mm  
gegenstand:

Prüfgutentnahme: Das Prüfgut wurde vom Auftraggeber angeliefert.

Prüfguteingang: 10.02.2021

Prüfdatum: 25./26.02.2021, 12.04.2021

Prüfgutverbleib: Das Prüfgut wurde im Rahmen der Prüfungen verbraucht.

Ausfertigungen: Auftraggeber

Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt

Seiten: -4-

Glasprüfung

Tabellen: -3-

Grafenstraße 2, 64283 Darmstadt

Bilder: -1-

Anlagen: ---

Berichtsdatum: 13.04.2021

Zeichen: B/Kar/Ho

Leitung

i.A.

Dr.-Ing. Peter Hof

Sachbearbeiter

Dipl.-Ing. (FH) James Karnes



## 1 Gegenstand der Untersuchung

Mit Anschreiben vom 21.10.2020 beauftragte der Auftraggeber die Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt (MPA) mit der Durchführung von Zugversuchen und Pummeltests an „Verbund-Sicherheitsglas mit der Verbundfolie SAFLEX DG mit Schubverbund“ zur Darstellung des Haftungsvermögens. Die Zugversuche und Pummeltests wurden gemäß den im Gutachten G-70-19-0002 vom 24.06.2020 aufgeführten Prüfanweisungen durchgeführt. Die Proben wurden vom Auftraggeber prüffertig konfektioniert am 10.02.2021 in der MPA Darmstadt angeliefert. Ebenso wurden über lichttechnische Messungen an den Gläsern der Feuchtegehalt der Proben untersucht.

## 2 Durchführung der Prüfungen und Ergebnisse

### 2.1 Pummeltest

An den durch den Auftraggeber angelieferten 5 Pummelproben mit den Nennmaßen B x H x D: 200 mm x 200 mm x 8,76 mm wurden Pummeltests gemäß den im Gutachten G-70-19-0002 aufgeführten Anweisungen durchgeführt. Die Prüfung wurde auf Grundlage des o.g. Gutachtens ausgewertet. Die Ergebnisse sind zusammen mit dem Mittelwert über alle Pummeleinzelwerte in der Tabelle 1 dargestellt. Die Anlieferung erfolgte ohne Probenkennzeichnung. Die Probenkennzeichnung erfolgte frei durch die MPA Darmstadt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Pummeltests

Probe	Breite in mm	Länge in mm	Dicke ca. in mm <sup>2</sup>	Pummelwert Seite A	Pummelwert Seite B	Mittelwert
1	200	202	8,3	4-5	4-5	4,5
2	200	201	8,3	4-5	5	4,75
3	200	200	8,3	5	6	5,5
4	201	200	8,3	6	6	6
5	200	200	8,3	6	6	6
Mittelwert über alle Einzelwerte						5,35

Die geprüften Proben erfüllen die in dem Gutachten G-70-19-0002 vom 24.06.2020 aufgeführte Mindestanforderung eines Pummelwertes von 3.



## 2.2 Zugversuche

Zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit wurden an 8 der insgesamt 17 angelieferten Zugproben Zugversuche gemäß den im Gutachten G-70-19-0002 aufgeführten Anweisungen durchgeführt. Die Plattenmaße der Probekörper betragen jeweils 10 mm x 40 mm. Die Proben wurden durch den Auftraggeber mittels Wasserstrahlschnitt konfektioniert. Die Kennzeichnung der Proben erfolgte frei durch die MPA Darmstadt. Für die Bestimmung der maßgeblichen Querschnittsfläche wurden die Proben in Breite und Länge vermessen. Der Versuchsaufbau mit kalottischer Krafteinleitung ist beispielhaft in **Bild 1** dargestellt. Die Glasprobekörper wurden mit dem Klebstoff Araldite 2020 auf die Schwalbenschwanz-Nutensteine der Vorrichtung geklebt. Die Zugversuche wurden auf einer Universalprüfmaschine, UTS 100 MS-462, in Wegregelung mit 0,5 mm/min durchgeführt. Die Messergebnisse sind zusammen mit den berechneten Spannungswerten der Haftzugfestigkeiten und der Angabe der Versagensarten in der Tabelle 2 aufgeführt. Gemäß Gutachten G-70-19-0002 wird nur ein adhäsives Versagen zwischen monolithischer Glasscheibe und Zwischenschicht als valides Versagen gewertet. Die Mindestanforderung an die mit validem Versagen gebrochenen Proben beträgt 13 MPa.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse aller Versuche. Tabelle 3 dokumentiert die Ergebnisse der validen Proben zusammen mit dem Mittelwert und der Standardabweichung.

Tabelle 2: Zugversuche Ergebnisse, alle Ergebnisse

Probe	Breite in mm	Länge in mm	Querschnitt in mm <sup>2</sup>	Höchstzugkraft in N	Haftzugfestigkeit in MPa	Versagensart
1	10,20	40,30	411,1	5.539	13,47	Glas kohäsiv
2	10,00	40,20	402,0	8.357	20,79	Folie adhäsiv
3	10,10	40,45	408,5	6.924	16,95	Glas kohäsiv
4	10,15	40,25	408,5	6.766	16,56	Glas kohäsiv
5	10,15	40,35	409,6	7.667	18,72	Glas kohäsiv
6	10,15	40,25	408,5	7.830	19,17	Glas kohäsiv
7	10,10	40,25	406,5	7.904	19,44	Folie adhäsiv
8	10,20	40,25	410,6	6.574	16,01	Folie adhäsiv



Tabelle 3: Statistische Auswertung der validen Ergebnisse

Probe	Haftzugfestigkeit in MPa	Mittelwert in MPa	Standardabweichung in MPa
2	20,79	18,75	2,46
7	19,44		
8	16,01		

Alle geprüften Probekörper mit validem Versagen erfüllen die in dem Gutachten G-70-19-0002 aufgeführte Mindestanforderung von 13 MPa.



Bild 1 Beispielhafte Darstellung des Prüfaufbaus Zugversuch, kalottische (biegemomentenfreie) Adaption der Gewindeklöppel



### 2.3 Lichttechnische Messung

Nach Aussagen des Auftraggebers (AG) wurden die Proben für die Pummeltest (Abschnitt 2.1), die Proben für die Zugversuche (Abschnitt 2.2) und die Proben für die lichttechnische Messung (Abschnitt 2.3) aus einem VSG-Blatt herausgeschnitten.

Zur lichttechnischen Messung wurden insgesamt 5 Proben (Bezeichnung 1 bis 5) in den Abmessungen 100 mm x 100 mm prüffertig angeliefert. Weiterhin wurde aus einer VSG-Einheit, aus der augenscheinlich die Proben der Zugversuche vom AG entnommen wurden, von der MPA Darmstadt zwei weitere Proben (Bezeichnung A und B) präpariert.

Die Messung der Lichttransmission an den insgesamt 7 Proben soll den Feuchtegehalt der Proben untersuchen und plausibilisieren. Eine neue eigene Erstellung einer Bezugsgeraden ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht vorgesehen.

Die Ergebnisse der Transmissionsmessung wurden gemäß der Testvorschrift der Firma Eastman in ein Absorptionsverhältnis (AR) umgerechnet. Diese Umrechnung wurde gleichfalls vom AG durchgeführt. In Tabelle 4 sind sowohl an einer bereits vorliegenden Bezugsgeraden (MPA) und an der Bezugsgeraden des AG die Feuchtwerte ermittelt und gegenübergestellt.

Tabelle 4: Ergebnis der Lichttechnische Messung, Absorptionsverhältnis und Feuchtegehalt

Probenbezeichnung	AR-Wert aus Transmission an MPA	Feuchtegehalt an vorhandener (MPA) Bezugsgerade aus Transmission MPA in %	Feuchtegehalt an Bezugsgerade (AG) aus Transmission MPA in %	Feuchtwert an Bezugsgerade (AG) aus Transmission AG in %
1	0,157	0,41	0,47	0,46
2	0,166	0,44	0,49	0,46
3	0,161	0,42	0,47	0,46
4	0,173	0,46	0,52	0,46
5	0,177	0,48	0,53	0,46
A	0,174	0,47	0,52	-
B	0,182	0,49	0,54	-

Die aus der Transmission errechneten Feuchtegehalte zeigen Werte innerhalb der vom Hersteller vorgegebenen Grenze (Feuchtegehalt  $\leq 0,6\%$ ).

Die Unterschiede zwischen den Spalten 2 und 3 sind auf die unterschiedlichen Bezugsgeraden zurückzuführen und sind hier nicht von Belang.

