

Neuverkleben der Implosionsschutzscheibe einer implosionsgeschützten Bildröhre mit degradierter PVAc-Schicht durch Infiltrationsklebung mit einem LOCA-Klebstoff

Milan Konstantin Schröter, Student HTW KRG MMTK 2. Sem.

Vorwort

Bildröhren, besonders solche für den Einsatz in strapazierenden Umgebungen, wurden oftmals zum Implosionsschutz mit einer zweiten, aufgesetzten Glasscheibe versehen. Diese Scheiben sind üblicherweise mit einem optisch transparenten PVAc-Klebstoff großflächig auf der Röhre befestigt, welcher über lange Zeit degradieren und eine Trübung des Sichtfeldes herbeiführen kann.

Schon seit längerem besteht in der Computerklassiker-Szene Bedarf nach einer Methode um dieses Problem zu beheben. Die bisherige Lösung war ein Abnehmen der Scheibe, Entfernen des Klebstoffes und anschließendes Wiederaufsetzen der Scheibe mittels am Rand platzierter Abstandshalter. Dies führte zu verringertem Kontrast, außerkraftgesetztem Implosionsschutz und unter Umständen nach einiger Zeit auch zu störenden Verschmutzungen des Zwischenraumes.

Eine Lösung für dieses Problem wurde nun gefunden. Es folgt eine Darstellung des durchgeführten, erfolgreichen Prozesses. Dies soll aufgrund von an diversen Stellen möglichem/nötigem Verbesserungsbedarf keine Anleitung sein, die Prozessbeschreibung ist eher als ein Machbarkeitsnachweis anzusehen.

Verfahrensbeschreibung

Die Bildröhre wurde im Voraus bereits aus dem Gerät (Vydec 1200D, frühes Textverarbeitungssystem mit Vektorgrafik) ausgebaut, das Spannband abgezogen, gereinigt, darunter liegendes, degradierendes Polstermaterial ersetzt, und wieder aufgezogen.

Schritt 1 – Abtrennen der Schutzscheibe

Zuerst musste die Implosionsschutzscheibe von der Röhre getrennt werden. Hierzu wurde in diesem Fall ein speziell gehärteter Schneidedraht genutzt, dieser findet normalerweise in der Aufbereitung von beschädigten Smartphonedisplays Verwendung. Mittels dieser Methode konnten Scheibe & PVAc in etwa 45 Minuten ohne Hitze- oder Lösemittleinwirkung beinahe restlos von der Röhre abgetrennt werden.



Links: Abgetrennte Schutzscheibe mit Klebstoff, Rechts: Bildröhre

Daraufhin wurde die degradierte Klebstoffschicht von der Schutzscheibe abgezogen, sowohl Scheibe als auch Röhre wurden zuerst mit Isopropanol, dann mit einem schnellflüchtigen Kohlenwasserstoffkomplex aus der Smartphonereparaturbranche (Markenname Falcon 530) abgereinigt.

Schritt 2 – Aufsetzen und Fixieren der Schutzscheibe, Versuchsaufbau

Die Schutzscheibe wurde an allen Ecken jeweils mit einem einseitig klebenden Abstandshalter, bestehend aus drei aufeinandergeklebten, etwa 0,5x1 cm großen Stücken einer Gummimatte versehen. Darauf wurde die Röhre gesetzt, per Augenmaß zentriert und mit Klebeband temporär fixiert.



Abstandshalter aus drei Lagen 1mm Gummi

Der Aufbau aus Röhre und Schutzscheibe wurde nun vorsichtig auf eine, zwecks Kontrolle von unten zugängliche, Glasplatte verbracht.



Röhre mit Schutzscheibe auf Glasplatte (Schranktür)

Schritt 3 – Infiltrationsklebung mit LOCA

Nun wurde unter Verwendung einer besonders langen Nadel eine erste Spritze LOCA-Klebstoff in den Zwischenraum eingebracht. LOCA (liquid optically clear adhesive) ist ein Klebstoff aus der Smartphonereparaturbranche, er ist in verschiedenen Viskositäten verfügbar (hier kam Viskosität 1000 zum Einsatz) und härtet unter UV-Licht zu einer gallertartigen Masse aus.



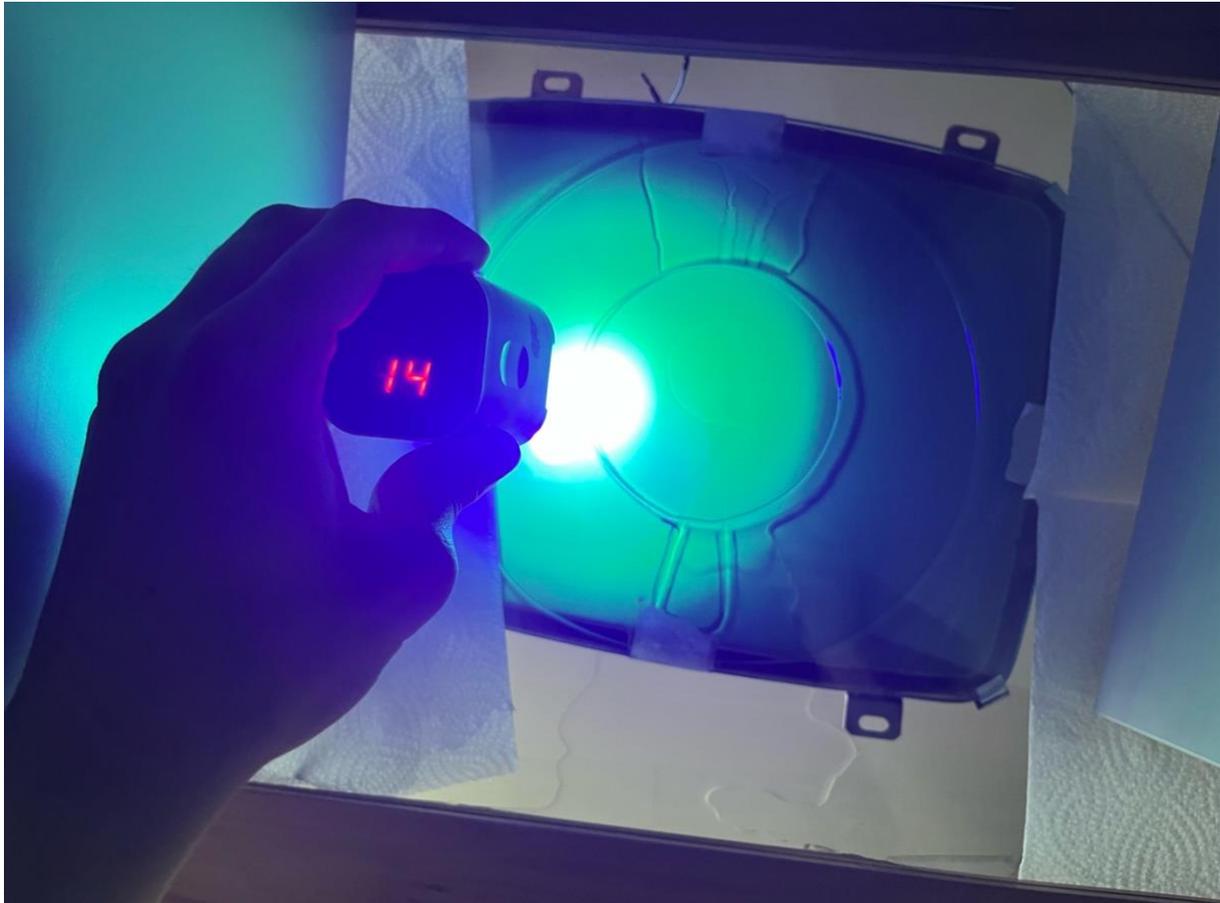
Injektion des LOCA – Ansicht von Oben

Dabei wurden versehentlich einige Luftblasen eingetragen. Versuchsweise durfte die Röhre über Nacht einige Stunden ruhen, dies stellte sich als sinnvoll heraus, die Blasen wanderten langsam zum Rand und lösten sich auf.



Injektion des LOCA – Ansicht von Unten

Dies wurde weitergeführt bis der Klebstoffkreis den Rand erreichte. Erneut wurden einige Blasen eingetragen, hauptsächlich durch das Wechseln des Klebstoffbehältnisses, diese konnten durch erneutes Warten über Nacht entfernt werden. Während dieser zweiten Ruhepause lief ein Teil des Klebstoffes wieder aus dem Zwischenraum heraus, es handelte sich dabei allerdings um eine kaum signifikante Menge. Der Klebstoffkreis wurde mittels UV-Licht bestmöglich ausgehärtet.



Aushärtung mittels UV-Licht, ausgelaufene Klebstoffmasse sichtbar als zweiter Klebstoffkreis zwischen Schutzscheibe und Trägerscheibe

Nach dem Aushärten stellte sich heraus, dass eine Fixierung von Röhre & Schutzscheibe auf der Trägerscheibe, hier durch den ausgelaufenen Klebstoff, von Vorteil ist, da sie Verrutschen verhindert und somit präziseres Arbeiten ermöglicht. Nach dem Festigen des inneren Bereiches wurden nach und nach Ecken und Rand aufgefüllt. Hierbei kam immer wieder UV-Licht zum Einsatz, um infiltrierte Bereiche zwecks Aushärtung zu bestrahlen. Nach bestmöglichem Einfüllen bei liegender Röhre musste das „Schutzscheibe-Röhre-Sandwich“ auf die Seite gelegt werden, dies ermöglicht das Einfüllen der äußeren Ränder. Die Verklebung von Schutzscheibe und Trägerscheibe wurde mittels des bereits in Schritt 1 genannten Schneidedrahts durchtrennt, durch die ausgezeichnete Klebekraft des LOCA und geringen Abstand von Schutzscheibe und Trägerscheibe im mittleren Bereich führte dies allerdings zu einem Eintragen von minimalen, kaum sichtbaren Metallspuren in den mittleren Bereich der Schutzscheibe. Um dies in Zukunft zu vermeiden, sollte ein weicher, vom Draht durchtrennbarer Abstandshalter zwischen Schutzscheibe und Trägerscheibe platziert werden.



Von der Trägerscheibe abgetrennte Bildröhre

Die Röhre musste nun, am Hals gestützt, auf die Seite gelegt werden, um das Einfüllen des Randes zu ermöglichen. Hierbei begann etwas noch flüssiger Klebstoff aus dem Zwischenraum herauszulaufen, dieser ließ sich mit UV-Licht aber rechtzeitig festigen.



Auf der Seite liegende Röhre mit unvollständig eingefülltem Rand

Der Klebstoff wurde daraufhin erneut schrittweise eingebracht und ausgehärtet bis der Rand vollständig verfüllt war. Danach wurden überschüssige Klebstoffreste entfernt und die offen liegende Klebstofffläche mit Kapton-Klebeband abgeklebt. Die Röhre ist nun wieder bereit für den Einbau.

Fazit

Das erzielte Ergebnis ist für einen ersten Versuch durchaus akzeptabel, allerdings noch nicht perfekt. Der Prozess dauert auf diese Weise sehr lange und ist bei regelmäßiger Wiederholung wahrscheinlich auch mit durch den Klebstoff ausgelösten Gesundheitsrisiken verbunden. Das schrittweise Verfüllen des Zwischenraums resultiert außerdem in bei genauem Hinsehen erkennbaren Grenzschichten. Es könnte daher sinnvoll sein, den Zwischenraum zwischen Röhre und Schutzscheibe vor dem Verfüllen dicht zu verschließen und nur an den Ecken Öffnungen zu platzieren, dies würde es möglicherweise erlauben den Zwischenraum in einem Schritt einzufüllen. Hierzu sollte außerdem ein ausreichend großes Behältnis mit Klebstoff verwendet werden um einen kontinuierlichen, blasenfreien Fluss während des gesamten Füllungsprozesses zu gewährleisten.