



Fachbereich  
Angewandte Naturwissenschaften  
Studiengang: Physikalische Technik B.Sc.

# Bachelor-Abschlussarbeit

Untersuchung von Belastungen an Polycarbonat-Schutzscheiben für  
Kraftfahrzeuge der Bundespolizei

Verfasser: Michel-Thomas Knickmann

Betreuer: Prof. Markus Riotte

Datum der Abgabe: 11.11.2020

---

## Zusammenfassung

Die sicherheitsrelevante Verglasung von Einsatzfahrzeugen für die Bundespolizei muss zur Sicherheit der Insassen hohen Anforderungen standhalten. Daher werden die Schutzscheiben unter anderem mit Fallprüfungen auf ihre Widerstandsfähigkeit getestet.

Aufgabe dieser Arbeit ist es, Unterschiede zweier verschieden getönter Sicherheitsscheiben aus Polycarbonat (getönt und nichtgetönt) festzustellen, mit dem Ziel eine Vorhersage des Verhaltens der Scheiben unter Belastung zu treffen. Hierzu werden die Scheiben mit verschiedenen Fallprüfmethoden getestet und mittels Spannungsoptik untersucht. Gleichzeitig soll das Optimierungspotential der Prüfmethode aufgezeigt werden. Ziel ist es zum einen die Ursache für ein einmaliges verfrühtes Versagen einer Scheibe einzugrenzen und zum anderen die Prüfmethode aussagefähiger zu gestalten, sodass ein Einbautest (Scheibe in Originalkarosserie) langfristig überflüssig ist.

Die Arbeit stellt als neue Analyseverfahren die spannungsoptische Untersuchung der Scheibe vor und wendet diese an. Diese Methode zeigt Spannungsverläufe in den Scheiben, wodurch Spannungsunterschiede sichtbar werden und somit Differenzen zwischen den Scheibenarten als auch dem Lasteintrag durch die Fallprüfung dargestellt werden können. Außerdem wird die realitätsnahe Lagerung der Scheibe, das Aufkleben auf einen Stahlrahmen, sowie verschiedene Scheibengrößen getestet.

Bei den Prüfungen mit dem Fallprüfgerät als auch mit dem Fallarm zeigen sowohl getönte als auch nichtgetönte Scheiben eine Widerstandskraft, die weit über die Anforderungen hinaus reichen. Das bedeutet, die Scheiben gehen nicht zu Bruch, es ist ein Einprägen der Prüfwerkzeugkontur in die Scheibe sichtbar. Erst die Mehrfachbeaufschlagung mit mehr Energie als gefordert und dem Prüfwerkzeug Würfel durchschlug die Scheibe.

Die spannungsoptischen Aufnahmen der Scheiben sowie die Aufschlagsfläche zeigen keine nennenswerten Unterschiede zwischen getönten, nichtgetönten, großen und kleinen Scheiben. Lediglich die spannungsoptischen Aufnahmen mit polychromatischem Licht zeigen geringe Unterschiede in den Spannungsverläufen getönter und nichtgetönter Scheiben im Dunkelbildaufbau. Die Tönung führt in polychromatischem Licht zu unterschiedlichen Spannungsbildern. Aufgrund der schwachen Ausbildung und der Tatsache, dass die Unterschiede mit der Verwendung von monochromatischem Licht eliminiert werden können, hat zufolge, dass zukünftige Untersuchungen mit monochromatischem Licht erfolgen müssen, um von der Tönung unabhängige Spannungsbilder zu erhalten.

Die Untersuchung der Spannungslinien mit dem Polariscope (spannungsoptische Untersuchung) erwies sich als zielführend, da hierdurch die Spannungen in den Scheiben normiert, verglichen und quantifiziert werden können. Auch kann durch diese Untersuchungen Vorschädigung oder materialbedingt Eigenspannung ermittelt werden. Dies ist wichtig, da diese das Versagensverhalten der Scheiben beeinflussen können. Für die Fallprüfung ist das Fallprüfgerät dem Fallarm vorzuziehen, da hier die Prüfungen besser kontrolliert und Messeinrichtungen angebracht werden können.