

# **Transparente Epoxidharzklebstoffe für Glas-Metall-Verbindungen**

## **Band 1**

Transparent Epoxy Resin Adhesives  
for Use in Glass-to-Metal Joints

Volume 1

An der Fakultät Bauingenieurwesen  
der Technischen Universität Dresden  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) genehmigte

## **Dissertation**

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Jan Wunsch  
geboren am 29.01.1975 in Dresden

Erster Gutachter	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller Technische Universität Dresden
Zweiter Gutachter	Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Stefan Böhm Universität Kassel
Dritter Gutachter	Prof. Dr.-Ing. Stefan Reich Hochschule Anhalt
Tag der Verteidigung	13.06.2017

## **Kurzfassung**

Lastabtragende Klebverbindungen stellen im Konstruktiven Glasbau einen wesentlichen Forschungsgegenstand der vergangenen Jahre dar. Getrieben von gestalterischen Gesichtspunkten sind dabei die transparenten Klebstoffe von besonderem wissenschaftlichem und wirtschaftlichem Interesse. Die vorliegende Arbeit widmet sich ausschließlich der Klebstoffgruppe der zweikomponentigen Epoxidharze, da diese im Konstruktiven Glasbau bisher kaum Beachtung finden. Detaillierte Informationen zu den Eigenschaften und zum Verhalten fehlen fast vollständig und werden innerhalb der vorliegenden Arbeit geschaffen.

Die durchgeführten Untersuchungen gliedern sich in die Untersuchungen zur Wahl eines geeigneten Epoxidharzes, in die Untersuchungen der Verarbeitungsbedingungen und in die Charakterisierung der optimierten Klebverbindung. Ferner wurden auch konstruktive Maßnahmen zum Schutz der Klebschicht in die Untersuchungen eingebunden. Innerhalb des Untersuchungsprogramms wurde großer Wert auf eine ausgewogene Gewichtung unterschiedlicher Kriterien gelegt.

In die engere Auswahl kamen acht Epoxidharzklebstoffe, die grundlegend untersucht und analysiert wurden. Im Ergebnis konnte ein vielversprechender Klebstoff ausgewählt werden. Die weiterführenden Untersuchungen zu den Verarbeitungsbedingungen hatten die Optimierung des Eigenschaftsprofils zum Ziel. Sowohl die thermische Stabilität des Klebstoffs als auch das Anfangs- und das Restbruchverhalten der Glas-Metall-Verbindungen konnten nennenswert verbessert werden. Ebenso wurde die Wirksamkeit der konstruktiven Schutzmaßnahmen erfolgreich nachgewiesen. Aus den Ergebnissen und deren Wertung konnten abschließend Handlungsempfehlungen für den Einsatz transparenter Epoxidharze in Glastragwerken abgeleitet werden. Die sich nach den eigenen Untersuchungen ergebenden, weiteren offenen wissenschaftlichen Fragestellungen und deren zugehöriger Forschungsbedarf werden am Ende ebenfalls erörtert.

Die vorliegende Arbeit liefert erstmals umfangreiche Daten über die Eigenschaften und das Verhalten der transparenten Epoxidharzklebstoffe. Die nachgewiesenermaßen hohe Leistungsfähigkeit lässt auf eine vermehrte Anwendung im Konstruktiven Glasbau in der näheren Zukunft hoffen.

## Summary

The use of load-bearing adhesive joints in the glass structures have been in the focus of research throughout the last years. Due to design aspects, the transparent adhesives are of particular scientific and economic interest. This thesis is exclusively devoted to the group of the two-component epoxy resin adhesives, since these have hardly been taken into account in the glass technology sector up to now. Detailed information on their characteristics and their behavior were not known so far, but are now generated within this thesis.

The executed investigations are divided into the investigations to find a suitable epoxy resin adhesive, the studies of its processing conditions, and the characterization of the optimized adhesive joint. Part of the investigations are also protective measures for the adhesive layer. Within the investigation program, great emphasis was placed on a balanced weighting of different criteria.

Eight epoxy resin adhesives were short-listed, and thoroughly investigated and analyzed. As result, one promising adhesive could be selected. Further investigations of the processing conditions aimed at the optimization of the property profile. Both the thermal stability of the adhesive as well as the initial strength and the residual strength after artificial aging of the glass-to-metal joints could be improved significantly. The effectiveness of the constructional protective measures has also been successfully proved. Based on the investigation results and their evaluation, concluding recommendations for the use of transparent epoxy resin adhesives in glass structures are given. Further open scientific questions and their associated domains for further research, which were derived from the thesis, are discussed in the end, as well.

This thesis provides extensive data on the characteristics and the behavior of transparent epoxy resins for the first time. Their proven high capability paves the way for an increased use within innovative glass structures in the near future.