

## **INHALT**

|   | Seite     |
|---|-----------|
| <b>0 VERWENDETE FORMELZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN</b>   | <b>IV</b> |
| <b>1 EINLEITUNG</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 STAND DER ERKENNTNISSE</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3 AUFBAU DES PRÜFSYSTEMS FÜR EIN- UND MEHRACHSIGE KURZ- UND LANGZEITVERSUCHE AN STUMPFGEKLEBTEN ROHRVERBINDUNGEN</b> | <b>6</b>  |
| 3.1 Proben  | 7         |
| 3.1.1 Geometrie und Werkstoffe  | 8         |
| 3.1.2 Fertigung   | 10        |
| 3.2 Prüfstand   | 12        |
| 3.2.1 Aufbau und Funktionsweise des Prüfstandes   | 12        |
| 3.2.2 Belastungsaufbringung   | 14        |
| 3.3 Meßtechnik  | 15        |
| 3.3.1 Messung der Probengeometrie   | 16        |
| 3.3.2 Kalibrierprobe  | 17        |
| 3.3.3 Beanspruchungsmessung   | 18        |
| 3.3.4 Verformungsmessung  | 19        |
| 3.4 Rechner   | 23        |
| 3.4.1 Konfiguration   | 23        |
| 3.4.2 Programmsystem  | 24        |
| <b>4 PRÜFSTÄNDE FÜR ÜBERLAPPTE KLEBVERBINDUNGEN BEI KURZ- UND LANGZEITBEANSPRUCHUNG</b>                                 | <b>27</b> |
| 4.1 Proben  | 27        |
| 4.1.1 Geometrie und Werkstoffe  | 27        |
| 4.1.2 Fertigung   | 28        |
| 4.2 Prüfeinrichtungen   | 29        |
| 4.2.1 Prüfstand für quasistatische Untersuchungen   | 29        |
| 4.2.2 Prüfstand für statische Untersuchungen  | 31        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>5</b> | <b>VERSUCHSDURCHFÜHRUNG</b>  | <b>33</b> |
| 5.1      | Quasistatische zügige Beanspruchung von überlappten Klebverbindungen     | 33        |
| 5.2      | Statische Beanspruchung von überlappten Klebverbindungen                 | 34        |
| 5.3      | Quasistatische zügige Beanspruchung von stumpfgeklebten Rohrverbindungen | 34        |
| 5.4      | Statische Beanspruchung von stumpfgeklebten Rohrverbindungen             | 35        |
| <b>6</b> | <b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ZUM KURZZEITVERHALTEN</b>      | <b>39</b> |
| 6.1      | Zugscherbeanspruchung  | 39        |
| 6.2      | Torsionsbeanspruchung  | 40        |
| 6.3      | Vergleich der Ergebnisse bei unterschiedlichen Probenformen              | 41        |
| 6.4      | Zugbeanspruchung   | 43        |
| 6.5      | Kombinierte Zug-Torsion-Beanspruchung                                    | 45        |
| 6.6      | Einfluß der Beanspruchungsart auf das Kurzzeitverhalten                  | 45        |
| <b>7</b> | <b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE ZUM KRIECHVERHALTEN</b>        | <b>47</b> |
| 7.1      | Zugscherbeanspruchung  | 47        |
| 7.2      | Torsionsbeanspruchung  | 48        |
| 7.3      | Einfluß der Probenform auf das Kriechverhalten                           | 50        |
| 7.4      | Zugbeanspruchung   | 51        |
| 7.5      | Kombinierte Zug-Torsion-Beanspruchung                                    | 52        |
| 7.6      | Einfluß der Beanspruchungsart auf das Kriechverhalten                    | 57        |
| <b>8</b> | <b>RASTERELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN</b>                     | <b>60</b> |
| 8.1      | Allgemeines  | 60        |
| 8.2      | Überlappte Klebverbindung  | 61        |
| 8.3      | Stumpfgeklebte Rohrverbindung  | 63        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>9 THEORETISCHE UNTERSUCHUNGEN</b>  | <b>64</b>  |
| 9.1 Grundlagen  | 64         |
| 9.2 NUTTING-Ansatz  | 67         |
| 9.2.1 Allgemeines   | 67         |
| 9.2.2 Torsionsbeanspruchung   | 69         |
| 9.2.3 Zugbeanspruchung  | 72         |
| 9.2.4 Kombinierte Zug-Torsion-Beanspruchung                                       | 76         |
| 9.2.5 Einfluß der Beanspruchungsart auf die<br>Modellparameter                    | 79         |
| 9.3 BURGERS-Modell  | 93         |
| 9.3.1 Allgemeines   | 94         |
| 9.3.2 Torsionsbeanspruchung   | 96         |
| 9.3.3 Zugbeanspruchung  | 100        |
| 9.3.4 Kombinierte Zug-Torsion-Beanspruchung                                       | 105        |
| 9.3.5 Einfluß der Beanspruchungsart auf die<br>Modellparameter                    | 107        |
| 9.4 Vergleich der Modelle bezüglich der Anpassung<br>der Rechnung an die Meßwerte | 119        |
| 9.5 Isochrone Spannung-Verformung-Diagramme                                       | 122        |
| 9.6 Weitere Anwendungsmöglichkeiten der erzielten<br>Ergebnisse                   | 128        |
| <b>10 ZUSAMMENFASSUNG</b>   | <b>132</b> |
| <b>11 LITERATURVERZEICHNIS</b>  | <b>137</b> |