

## Inhaltsverzeichnis

|   | Seite |
|---|-------|
| Bezeichnungen und Abkürzungen   | 11    |
| 1      Einleitung   | 13    |
| 2      Bedeutung der Oberflächenfeingestalt in der Blechbearbeitung                       | 15    |
| 2.1    Stand der Erkenntnisse   | 17    |
| 2.2    Zielsetzung der Arbeit   | 20    |
| 3      Vorgehensweise, Versuchsplan und Versuchswerkstoff                                 | 21    |
| 3.1    Versuchsplan und Versuchseinrichtungen   | 22    |
| 3.2    Versuchswerkstoff  | 26    |
| 3.2.1    Mechanische Eigenschaften des Versuchswerkstoffes                                | 27    |
| 3.2.2    Oberflächenbeschaffenheit des Versuchswerkstoffes                                | 29    |
| 3.2.2.1    REM-Aufnahmen, Schritte senkrecht zur Blechebene                               | 29    |
| 3.2.2.2    Ermittlung verschiedener Rauheitsmaßzahlen                                     | 31    |
| 3.2.2.3    Bestimmung des Mikroflächentraganteils   | 38    |
| 4      Änderung der Oberflächenbeschaffenheit beim freien Umformen                        | 42    |
| 4.1    Rauheitsänderung in Abhängigkeit vom Formänderungszustand                          | 43    |
| 4.2    Änderung der chemischen Zusammensetzung der Oberflächenrandschicht                 | 51    |
| 5      Einfluß der Oberflächenfeingestalt auf das tribologische Verhalten                 | 54    |
| 5.1    Modellversuch Streifenziehen ohne Umlenkung  | 58    |
| 5.1.1    Veränderung der Oberflächenmikrogeometrie  | 61    |
| 5.1.2    Aussagekraft von Oberflächenmaßzahlen hinsichtlich des tribologischen Verhaltens | 67    |
| 5.1.3    Einfluß der Ziehgeschwindigkeit  | 69    |
| 5.1.4    Einfluß der Temperaturentwicklung in der Wirkfuge                                | 70    |
| 5.1.5    Einfluß des Schmierstoffs  | 73    |
| 5.1.6    Einfluß von Werkzeugwerkstoff und Oberflächenbehandlung                          | 77    |
| 5.2    Modellversuch Streifenziehen mit Umlenkung   | 79    |
| 5.2.1    Oberflächenwandlung beim Streifenziehen mit Umlenkung                            | 79    |
| 5.2.2    Oberflächenwandlung beim Streifenziehen mit Umlenkung und mit Ziehleisten        | 84    |

|                   |  |     |
|-------------------|--|-----|
| <b>6</b>          | <b>Einfluß der Oberflächenfeingestalt auf das Tief-, Streck- und Karosserieziehverhalten</b> | 86  |
| 6.1               | Tiefziehteil mit quadratischem Querschnitt und ebenem Boden                                  | 87  |
| 6.1.1             | Formänderungs- und Rauheitsanalyse   | 90  |
| 6.1.2             | Entwicklung der Flächenpressung im Flanschbereich  | 93  |
| 6.1.3             | Reibkraftanteil in Abhängigkeit von der Ziehtiefe  | 96  |
| 6.2               | Tiefziehteil mit kreisrundem Querschnitt und ebenem Boden                                    | 97  |
| 6.2.1             | Ziehreserve in Anlehnung an Engelhardt   | 98  |
| 6.2.2             | Einfluß von Schmierstoff, Auftragsart und Schmierstoffmenge                                  | 100 |
| 6.2.3             | Grenzziehverhältnis $\beta_{\max}$   | 107 |
| 6.3               | Streckziehteil mit quadratischem Querschnitt und ebenem Boden                                | 108 |
| 6.4               | Ziehteil mit kreiszylindrischem Querschnitt und halbkugelförmigem Boden                      | 110 |
| 6.4.1             | Formänderungsverteilung  | 114 |
| 6.4.2             | Ziehreserve in Anlehnung an Engelhardt   | 115 |
| 6.4.3             | Formänderungs- und Reibungsverhalten bei Streckziehbeanspruchung                             | 118 |
| 6.5               | Karosserieziehteil   | 120 |
| <b>7</b>          | <b>Weiterverarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften umgeformter Blechoberflächen</b>          | 122 |
| 7.1               | Einfluß der Oberflächenfeingestalt auf das Widerstandspunktschweißen                         | 122 |
| 7.2               | Einfluß der Oberflächenfeingestalt auf die Lackierung  | 125 |
| 7.3               | Einfluß der Oberflächenfeingestalt auf die Korrosionsbeständigkeit nach dem Lackieren        | 127 |
| <b>8</b>          | <b>Folgerungen für die industrielle Praxis</b>   | 128 |
| 8.1               | Anforderungen an die optimale Oberflächenfeingestalt   | 131 |
| 8.2               | Hinweise für die Erzeugung definierter Oberflächenfeinstrukturen durch Walzen                | 134 |
| <b>9</b>          | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>  | 137 |
| <b>Anhang</b>     |  | 139 |
| <b>Schrifttum</b> |  | 151 |