

| <b>Inhalt</b>   | <b>Seite</b> |
|---|--------------|
| <b>1. EINLEITUNG</b>  | <b>1</b>     |
| <b>1.1 Stickstoff als Legierungselement in niedriglegierten Stählen</b> | <b>3</b>     |
| <b>1.2 Stickstofflöslichkeit im Stahl</b>                               | <b>5</b>     |
| <b>1.3 Hochstickstofflegierte Stähle</b>                                | <b>8</b>     |
| <b>1.4 Thermochemische Randschichtverfahren</b>                         | <b>12</b>    |
| 1.4.1 Nitrieren   | 12           |
| 1.4.2 Einsatzhärten   | 15           |
| 1.4.3 Carbonitrieren  | 17           |
| <b>1.5 Folgerungen</b>  | <b>18</b>    |
| <b>1.6 Wege und Ziele</b>   | <b>20</b>    |
| <br>  |              |
| <b>2. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG</b>  | <b>23</b>    |
| <b>2.1 Wärmebehandlung</b>  | <b>23</b>    |
| 2.1.1 Werkstoffe  | 23           |
| 2.1.2 Randaufsticken  | 24           |
| <b>2.2 Gefüge</b>   | <b>25</b>    |
| 2.2.1 Lichtmikroskopie  | 25           |
| 2.2.2 Elektronenmikroskopie (REM, TEM)                                  | 26           |
| 2.2.3 Röntgenographische Verfahren                                      | 26           |
| 2.2.4 Dilatometrie  | 27           |
| 2.2.5 Analyseverfahren zur N-Bestimmung                                 | 27           |
| 2.2.6 Härtemessung  | 28           |
| <b>2.3 Verschleißverhalten</b>  | <b>28</b>    |
| 2.3.1 Prüfung auf schwingungsinduzierte Kavitation                      | 28           |
| 2.3.2 Stift-Scheibe-Versuch   | 29           |

|            |                                   |           |
|------------|-----------------------------------|-----------|
| <b>2.4</b> | <b>Korrosionsverhalten</b>        | <b>30</b> |
| 2.4.1      | Stromdichte-Potentialkurven       | 30        |
| 2.4.2      | Salzsprühtest                     | 31        |
| <b>2.5</b> | <b>Mechanische Eigenschaften</b>  | <b>32</b> |
| 2.5.1      | Zugversuch                        | 32        |
| 2.5.1      | Umlaufbiegeversuch                | 32        |
| <br>       |                                   |           |
| <b>3.</b>  | <b>VERSUCHSERGEBNISSE</b>         | <b>33</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Martensitische Randschicht</b> | <b>33</b> |
| 3.1.1      | Martensitischer Kern              | 34        |
| 3.1.2      | Ferritisch-martensitischer Kern   | 40        |
| <b>3.2</b> | <b>Austenitische Randschicht</b>  | <b>41</b> |
| 3.2.1      | Martensitischer Kern              | 41        |
| 3.2.2      | Ferritisch-austenitischer Kern    | 44        |
| 3.2.3      | Austenitischer Kern               | 47        |
| 3.2.4      | Kavitationsverhalten              | 48        |
| 3.2.5      | Korrosionsverhalten               | 49        |
| <br>       |                                   |           |
| <b>4.</b>  | <b>DISKUSSION</b>                 | <b>51</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Randaufsticken</b>             | <b>51</b> |
| 4.1.1      | Prozessparameter                  | 51        |
| 4.1.2      | Stickstoffübergang                | 53        |
| 4.1.3      | Löslichkeit                       | 54        |
| 4.1.4      | Diffusion                         | 55        |
| 4.1.5      | Kornwachstum                      | 59        |
| <b>4.2</b> | <b>Martensitische Randschicht</b> | <b>63</b> |
| 4.2.1      | Gefüge in Kern und Rand           | 63        |
| 4.2.2      | Eigenspannungen                   | 64        |
| 4.2.3      | Korrosionsverhalten               | 66        |
| 4.2.3.1    | Passivierungsverhalten            | 67        |
| 4.2.3.2    | Lochkorrosion                     | 69        |

|            |  |            |
|------------|--|------------|
| <b>4.3</b> | <b>Austenitische Randschicht</b>                                   | <b>72</b>  |
| 4.3.1      | Kavitationsverhalten   | 72         |
| <b>4.4</b> | <b>Nitrieren und Einsatzhärten im Vergleich zum Randaufsticken</b> | <b>78</b>  |
| <b>4.5</b> | <b>Folgerungen für die Praxis</b>                                  | <b>80</b>  |
| <b>5.</b>  | <b>ZUSAMMENFASSUNG</b>   | <b>82</b>  |
| <b>5.1</b> | <b>Randaufsticken</b>  | <b>82</b>  |
| <b>5.2</b> | <b>Martensitische Randschicht</b>                                  | <b>83</b>  |
| <b>5.3</b> | <b>Austenitische Randschicht</b>                                   | <b>83</b>  |
| <b>5.4</b> | <b>Anwendungen</b>   | <b>84</b>  |
| <b>6.</b>  | <b>TABELLEN UND BILDER</b>   | <b>85</b>  |
| <b>7.</b>  | <b>LITERATUR</b>   | <b>147</b> |