

Inhalt

| | |
|---|-------------|
| Vorwort | II |
| Kurzinhalt | III |
| Short Summary | IV |
| Inhalt | V |
| Abkürzungsverzeichnis | VIII |
| Abbildungsverzeichnis | XI |
| Tabellenverzeichnis | XVI |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Ausgangssituation | 1 |
| 1.2 Problemstellung | 3 |
| 1.3 Zielsetzung und Aufgabenstellung | 4 |
| 1.4 Wissenschaftstheoretische Positionierung und Vorgehensweise | 5 |
| 1.4.1 Systematische Einordnung | 5 |
| 1.4.2 Forschungsmethodologie..... | 6 |
| 1.4.3 Vorgehensweise..... | 10 |
| 2 Tribokorrosion | 13 |
| 2.1 Tribologie..... | 14 |
| 2.1.1 Reibung: Arten und Mechanismen..... | 16 |
| 2.1.2 Verschleiß: Arten und Mechanismen..... | 18 |
| 2.2 Korrosion metallischer Werkstoffe..... | 20 |
| 2.2.1 Thermodynamik und Kinetik von Korrosionsprozessen..... | 21 |
| 2.2.2 Passivität von Schichten und Metallen..... | 23 |
| 2.3 Tribokorrosion: Wechselwirkung von Verschleiß und Korrosion | 25 |
| 3 Theoretische Vorauswahl korrosions- und verschleißbeständiger galvanischer Schichten | 27 |
| 3.1 Vorbetrachtung der Anforderungen..... | 27 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.1.1 | Anforderungen an den Korrosionsschutz..... | 28 |
| 3.1.2 | Anforderungen an den Verschleißschutz | 29 |
| 3.1.3 | Anforderung an das Verfahren | 31 |
| 3.2 | Korrosions- und verschleißbeständige galvanische Schichten | 32 |
| 4 | Grundlagen der galvanischen Legierungsabscheidung | 35 |
| 4.1 | Legierungen – Definition und Eigenschaften | 35 |
| 4.2 | Elektrochemische Grundlagen..... | 37 |
| 4.3 | Theorie der Legierungsabscheidung..... | 39 |
| 4.4 | Parameter bei der Legierungsabscheidung | 42 |
| 5 | Nickellegierungsschichten mit hoher Beständigkeit gegen Korrosion und Verschleiß..... | 45 |
| 5.1 | Nickel-Schichten..... | 45 |
| 5.2 | Nickel-Phosphor-Schichten | 50 |
| 5.3 | Nickel-Chrom-Schichten | 54 |
| 5.4 | Nickel-Kupfer-Schichten | 57 |
| 5.5 | Nickel-Wolfram-Schichten..... | 62 |
| 5.6 | Nickel-Zinn-Schichten..... | 68 |
| 5.7 | Fazit aus dem Stand der Wissenschaft und Technik..... | 71 |
| 5.7.1 | Analyse der Beschichtungsverfahren | 72 |
| 5.7.2 | Analyse der Schichteigenschaften..... | 73 |
| 6 | Lösungsansatz und Versuchsplanung | 77 |
| 6.1 | Lösungsansatz..... | 77 |
| 6.2 | Versuchsplanung und experimentelle Vorgehensweise | 79 |
| 6.2.1 | Versuchsaufbauten | 79 |
| 6.2.2 | Parameter und weitere Rahmenbedingungen | 83 |
| 6.2.3 | Versuchsplanung | 84 |
| 6.2.4 | Versuchsdurchführung | 86 |
| 6.3 | Schichtcharakterisierung..... | 86 |
| 6.4 | Definition von Abbruchkriterien | 90 |
| 7 | Schichtentwicklung | 92 |
| 7.1 | Nickel-Schichten..... | 92 |
| 7.1.1 | Elektrolyte und Parameter..... | 92 |
| 7.1.2 | Schichteigenschaften | 94 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.1.3 | Diskussion | 98 |
| 7.2 | Nickel-Phosphor-Schichten | 100 |
| 7.2.1 | Elektrolyte und Parameter | 100 |
| 7.2.2 | Schichteigenschaften | 102 |
| 7.2.3 | Diskussion | 106 |
| 7.3 | Nickel-Chrom-Schichten | 107 |
| 7.3.1 | Elektrolyte und Parameter | 108 |
| 7.3.2 | Schichteigenschaften | 110 |
| 7.3.3 | Diskussion | 113 |
| 7.4 | Nickel-Kupfer-Schichten | 114 |
| 7.4.1 | Elektrolyte und Parameter | 115 |
| 7.4.2 | Schichteigenschaften | 116 |
| 7.4.3 | Diskussion | 123 |
| 7.5 | Nickel-Wolfram-Schichten | 125 |
| 7.5.1 | Ni-W-Elektrolyte mit Ammoniumchlorid..... | 125 |
| 7.5.2 | Elektrolyte ohne Ammoniumchlorid..... | 138 |
| 7.5.3 | Neutrale Salzsprühnebelprüfung | 146 |
| 7.5.4 | Messung der inneren Spannungen..... | 148 |
| 7.5.5 | Diskussion | 150 |
| 7.6 | Nickel-Zinn-Schichten | 153 |
| 7.6.1 | Elektrolyte und Parameter | 153 |
| 7.6.2 | Schichteigenschaften | 155 |
| 7.6.3 | Diskussion | 163 |
| 7.7 | Vergleich der Schichtsysteme..... | 165 |
| 8 | Zusammenfassung und Ausblick | 171 |
| 9 | Literaturverzeichnis..... | 177 |