



# Inhalt

|   |            |
|---|------------|
| <b>Vorwort</b>  | <b>I</b>   |
| <b>Kurzfassung</b>  | <b>II</b>  |
| <b>Abstract</b>   | <b>III</b> |
| <b>Symbolverzeichnis</b>  | <b>iii</b> |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>  | <b>v</b>   |
| <b>1 Einleitung</b>   | <b>1</b>   |
| 1.1 Gliederung der Arbeit . . . . .                                       | 2          |
| 1.2 Eigene Veröffentlichungen . . . . .                                   | 3          |
| <b>2 Stand der Technik</b>  | <b>5</b>   |
| 2.1 Aufbau und Funktion von Gurtförderern . . . . .                       | 6          |
| 2.1.1 Aufbau von Fördergurten . . . . .                                   | 8          |
| 2.1.2 Aufbau von Tragrollen . . . . .                                     | 10         |
| 2.2 Schadensszenarien und Schadensüberwachung . . . . .                   | 11         |
| 2.3 Brandszenarien und Branddetektion . . . . .                           | 13         |
| 2.4 Sensorsysteme im Fördergurt . . . . .                                 | 16         |
| <b>3 Grundlagen der Wärmeübertragung</b>                                  | <b>19</b>  |
| 3.1 Wärmeübertragung am zylindrischen Kühlelement . . . . .               | 21         |
| 3.2 Transiente Wärmeübertragung an Platten . . . . .                      | 26         |
| <b>4 Messaufbau und Sensorsystem</b>                                      | <b>33</b>  |
| 4.1 Konzept des Sensorsystems . . . . .                                   | 33         |
| 4.2 Versuchsstand . . . . .   | 34         |
| 4.3 Sensorsystem . . . . .  | 37         |
| 4.4 Messaufbau Fördergurtanalyse . . . . .                                | 39         |
| <b>5 Thermisches Modell einer Tragrolle</b>                               | <b>43</b>  |
| 5.1 Experimentelle Untersuchung . . . . .                                 | 44         |
| 5.1.1 Abhängigkeit der Temperatur von der Gurtauflagefläche . . . . .     | 49         |
| 5.1.2 Abhängigkeit der Temperatur von der Fördergeschwindigkeit . . . . . | 51         |
| 5.1.3 Abhängigkeit der Temperatur von der Randtemperatur . . . . .        | 52         |



|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.2      | Numerische Simulation . . . . .                                      | 53         |
| 5.3      | Grenzen des Verfahrens . . . . .                                     | 57         |
| <b>6</b> | <b>Schadenserkennung an Tragrollen</b>                               | <b>59</b>  |
| 6.1      | Thermisches Modell des Fördergurtes . . . . .                        | 60         |
| 6.2      | Modell für Nutzsignale . . . . .                                     | 75         |
| 6.3      | Störsignale . . . . .  | 82         |
| 6.3.1    | Änderung der Umgebungstemperatur . . . . .                           | 83         |
| 6.3.2    | Betriebsübliche Schwankung der Tragrollenmanteltemperatur . . .      | 85         |
| 6.4      | Algorithmus zur Schadenserkennung . . . . .                          | 87         |
| 6.4.1    | Signalangepasstes Filter . . . . .                                   | 90         |
| 6.4.2    | Signalangepasstes Filter mit pre-whitening . . . . .                 | 92         |
| 6.4.3    | Schwellenwert zur Alarmierung . . . . .                              | 98         |
| 6.4.4    | Blockschaltbild Schadenserkennung . . . . .                          | 100        |
| 6.5      | Grenzen des Verfahrens . . . . .                                     | 101        |
| <b>7</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>                                  | <b>103</b> |
| <b>A</b> | <b>Verfahren zur Netzwerkanalyse: Die Knoten- und Maschenanalyse</b> | <b>105</b> |
| <b>B</b> | <b>Materialeigenschaften von Fördergurt und Sensor</b>               | <b>109</b> |
| B.1      | Materialeigenschaften des Fördergurtes . . . . .                     | 109        |
| B.2      | Materialeigenschaften des Sensors . . . . .                          | 110        |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>113</b> |