

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielstellung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Einleitung und Fragestellung .....	1
1.2	Zielsetzung und Aufbau der Arbeit.....	4
1.3	Stand der Technik .....	4
<b>2</b>	<b>Wissenschaftlich-technische Grundlagen der Schüttgutlagerung in Silos .....</b>	<b>9</b>
2.1	Geometrie und Konstruktion von Schüttgutsilos .....	9
2.1.1	Werkstoffauswahl .....	9
2.1.2	Siloauslegung nach Eurocode.....	9
2.1.3	Eigenschaften textiler Silos .....	12
2.2	Eigenschaften textiler Flächengebilde .....	15
2.3	Mechanische Eigenschaften der Gewebe .....	16
2.3.1	Mechanische Materialmodelle.....	16
2.3.2	Mechanisches Formänderungsverhalten.....	18
2.3.3	Statisch mechanische Eigenschaften .....	19
2.3.4	Kraft Dehnungsverhalten - Zugversuch.....	22
2.3.5	Dynamisch mechanische Eigenschaften.....	24
2.3.6	Verformungs- und Versagensverhaltens von Geweben.....	25
2.4	Normative Grundlagen – Tribologische Prüfungen .....	26
2.4.1	Versuchseinrichtungen und Methoden der Verschleißprüfung .....	26
2.4.2	Prüfverfahren mit dem Martindale-Prüfgerät nach DIN EN ISO 12947-2 (32).....	30
2.4.3	Prüfung nach dem Reibradverfahren ASTM G65 - 94.....	32
2.4.4	Millertest nach ASTM G75 .....	33
2.4.5	Verschleißtopfverfahren – Sand-Slurry Test .....	34
2.4.6	Gegenüberstellung der Verschleißprüfverfahren.....	36

2.4.7	Verschleißversuche nach DIN EN 295-3.....	37
2.4.8	Klima und Umwelteinflüsse .....	38
<b>2.5</b>	<b>Charakterisierung der Schüttgüter .....</b>	<b>41</b>
2.5.1	Partikelbeschreibung der Schüttgüter .....	41
2.5.1.1	Siebklassierung .....	41
2.5.1.2	Partikelform .....	43
2.5.2	Schüttgutdichten .....	44
2.5.3	Bestimmung der Reibungskoeffizienten von Schüttgütern .....	45
2.5.3.1	Haftriebung .....	45
2.5.3.2	Reibung zwischen Schüttgut und dem Material der Silowand.....	46
2.5.3.3	Wandreibung.....	47
2.5.3.4	Rollreibung .....	50
<b>2.6</b>	<b>Analyse tribologischer Beanspruchungen.....</b>	<b>50</b>
2.6.1	Verschleißarten .....	52
2.6.2	Bewertung der Verschleißoberfläche.....	54
<b>2.7</b>	<b>Zusammenfassung und Bewertung der Grundlagen .....</b>	<b>55</b>
<b>3</b>	<b>Präzisierung der Aufgabenstellung .....</b>	<b>57</b>
3.1	Problemstellung .....	57
3.2	Zielsetzung.....	58
3.3	Versuchsmaterialien.....	58
3.3.1	Probennahme .....	58
3.3.2	Probenabmessungen Textil.....	63
3.4	Vorüberlegungen zum Lösungsansatz .....	63
3.4.1	Modellbildung zur Textil Prüfung .....	63
3.4.2	Planung der tribologischen Prüfung .....	64
<b>4</b>	<b>Siloauslegung in Anlehnung an DIN EN 1991-4 .....</b>	<b>67</b>
4.1	Vorüberlegungen.....	67
4.2	Lasten auf vertikale Silowände .....	72

4.3	Lasten auf den Silotrichter .....	74
4.4	Gewichtskräfte auf die Silokonstruktion.....	78
4.5	Zusammenfassung der Siloauslegung.....	79
<b>5</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen.....</b>	<b>81</b>
5.1	Bestimmung der Stoffeigenschaften der textilen Materialien.....	81
5.1.1	Bestimmung der Scheuerbeständigkeit mit dem Martindale-Prüfgerät.....	81
5.1.2	Bestimmung der Scheuerbeständigkeit - Reibradprüfung .....	84
5.1.3	Bewitterungsversuche .....	85
5.1.4	Bestimmung der Zugfestigkeiten der Gewebe.....	88
5.1.5	Zugelastisches Verhaltens nach DIN 53835 .....	92
5.1.6	Prüfung des Beulverhaltens eines textilen Flächengebildes. ....	94
5.1.7	Korngrößenanalyse des Schüttgutes .....	96
5.1.8	Bestimmung der Schüttgutdichte.....	101
5.1.9	Partikelform .....	102
5.1.10	Reibungskoeffizienten .....	103
5.1.10.1	Hafreibung .....	103
5.1.10.2	Bestimmung der Reibung zwischen Schüttgut und der Silowand	103
5.1.10.3	Wandreibung .....	105
5.2	Tribologische Mess- und Prüfanordnungen.....	109
5.2.1	Aufbau und Wirkungsweise der Versuchseinrichtung .....	111
5.2.2	Versuchsplanung .....	116
<b>6</b>	<b>Versuchsdurchführung und Auswertung.....</b>	<b>119</b>
6.1	Versuchsdurchführung .....	119
6.2	Thermische Auswertung .....	121
6.3	Optische Auswertung.....	122
6.4	Mechanische Auswertung - Zugversuch.....	127
6.5	Weitere Untersuchungen.....	144

6.6	Auswertung der Messdaten und Fehlerbetrachtung.....	148
6.7	Diskussion des Einflusses der Versuchsparameter .....	151
6.7.1	Einfluss des Beanspruchungskollektiv .....	151
6.7.2	Einfluss der Systemstrukturgrößen.....	153
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>155</b>