

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielstellung 1

1.1 Einleitung und Fragestellung 1

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit 4

1.3 Stand der Technik 4

2 Wissenschaftlich-technische Grundlagen der Schüttgutlagerung in Silos 9

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
2.5	Charakterisierung der Schüttgüter	41
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	Haftreibung	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
2.6	Analyse tribologischer Beanspruchungen.....	50
2.6.1	Verschleißarten	52
2.6.2	Bewertung der Verschleißoberfläche.....	54
2.7	Zusammenfassung und Bewertung der Grundlagen	55
3	Präzisierung der Aufgabenstellung	57
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
4	Silorauslegung in Anlehnung an DIN EN 1991-4	67
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
5	Experimentelle Untersuchungen.....	81
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	Haftreibung	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
6	Versuchsdurchführung und Auswertung	119
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
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	155