

Inhaltsverzeichnis

Symbol- und Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	3
2.1 Tribologie in geschmierten Systemen	3
2.1.1 Reibung	4
2.1.2 Verschleiß	5
2.1.3 Mediengeschmierte Wälzlager	6
2.2 Korrosion in wasserhaltigen Systemen	8
2.2.1 Elektrochemische Korrosion	8
2.2.2 Korrosionsformen in wasserhaltigen Systemen	11
2.2.3 Einflüsse auf die Korrosionsgeschwindigkeit in wasserhaltigen Systemen	15
2.3 Wasserstoffhaltige amorphe Kohlenstoffschichten (a-C:H)	18
2.3.1 Härte / E-Modul	20
2.3.2 Haftfestigkeit	21
2.3.3 Reibung	21
2.3.4 Zähigkeit / Ermüdung	23
2.3.5 Korrosionsbeständigkeit	23
2.3.6 Mikrobieller Bewuchs (Biofouling)	24
3 Zielsetzung und Forschungshypothesen	27
4 Versuchsprogramm	30
4.1 Korrosions- und Tribokorrosionsmechanismus	31
4.2 Reproduzierbarkeit	31
4.3 Modifikation des Substrats	31
4.4 Modifikation der Zwischenschicht	32
4.4.1 Schichttyp	32
4.4.2 HiPIMS-Abscheidung der CrN _x -Zwischenschicht	32
4.4.3 Mg-Dotierung der CrN _x -Zwischenschicht	33
4.5 Modifikation der Deckschicht	34
4.5.1 Wasserstoffgehalt	34
4.5.2 Silizium-Dotierung	35
4.5.3 Multilagenaufbau	35
4.5.4 Schichtdicke	36
4.6 Einflüsse auf den mikrobiellen Bewuchs	36
4.6.1 Silber-Dotierung	37

4.6.2	Kupfer-Dotierung	38
4.6.3	Molybdän-Dotierung	38
5	Experimentelles	40
5.1	Substratwerkstoffe & -vorbehandlung	40
5.2	Reaktives Magnetronspütern	42
5.3	Mechanisch und tribologische Schichtcharakterisierung	44
5.3.1	Schichtdicke	44
5.3.2	Haftfestigkeit	44
5.3.3	Eindringhärte und Eindringmodul	45
5.3.4	Reibung und Verschleiß	45
5.4	Physikalisch-chemische Schichtcharakterisierung	46
5.4.1	Chemische Zusammensetzung	46
5.4.2	Phasenanalyse und Bindungszustände	47
5.4.3	Morphologie und Mikrostruktur	48
5.4.4	Freie Oberflächenenergie	49
5.4.5	Elektrischer Widerstand / Kurzschlussindex	50
5.5	Korrosionsbeständigkeit	50
5.6	Mikrobielle Schichtcharakterisierung	52
5.6.1	Mikrobieller Bewuchs in Leitungswasser	52
5.6.2	Künstliche Besiedelung mit Bakterien	52
5.6.3	Mikrobieller Bewuchs in künstlichem Meerwasser	52
6	Ergebnisse	54
6.1	Korrosions- und Tribokorrosionsmechanismus	54
6.2	Reproduzierbarkeit	57
6.2.1	Einfluss der Konditionierung	57
6.2.2	Einfluss der Probenposition	58
6.2.3	Chargeneinfluss	59
6.3	Einfluss des Substrats auf die tribokorrosiven Eigenschaften	60
6.3.1	Korrosionseigenschaften	60
6.3.2	Tribologische Eigenschaften	62
6.4	Einfluss der Zwischenschicht auf die tribokorrosiven Eigenschaften	64
6.4.1	Schichttyp	64
6.4.2	HiPIMS-Abscheidung der CrN _x -Zwischenschicht	69
6.4.3	Mg-Dotierung der CrN _x -Zwischenschicht	74
6.5	Einfluss der a-C:H-Schicht auf die tribokorrosiven Eigenschaften	79
6.5.1	Wasserstoffgehalt	79
6.5.2	Einfluss einer Silizium-Dotierung der a-C:H-Deckschicht	89

Inhaltsverzeichnis

6.5.3	Einfluss eines Multilagenaufbaus der a-C:H-Deckschicht.....	91
6.5.4	Schichtdickeneinfluss der a-C:H-Deckschicht.....	95
6.6	Einflüsse auf den mikrobiellen Bewuchs.....	99
6.6.1	Silber-Dotierung	99
6.6.2	Ergebnisse zum Einfluss einer Kupfer-Dotierung	105
6.6.3	Ergebnisse zum Einfluss einer Molybdän-Dotierung der a-C:H-Deckschicht	108
7	Diskussion.....	113
7.1	Diskussion zum Korrosions- und Tribokorrosionsmechanismus	113
7.1.1	Diskussion zum Korrosionsmechanismus	113
7.1.2	Diskussion zum Tribokorrosionsmechanismus.....	115
7.2	Diskussion zur Reproduzierbarkeit.....	115
7.2.1	Einfluss der Konditionierung.....	115
7.2.2	Einfluss der Probenposition.....	116
7.2.3	Chargeneinfluss	117
7.3	Diskussion der Einflüsse auf die Tribokorrosionseigenschaften	118
7.3.1	Einfluss des Substrats auf Tribologie und Korrosion.....	118
7.3.2	Einfluss der Zwischenschicht auf die Tribologie und die Korrosion.....	120
7.3.3	Einfluss der a-C:H-Deckschicht auf die Tribologie und die Korrosion	126
7.3.4	Übergreifende Betrachtung der untersuchten Modifikationen	133
7.4	Diskussion der Einflüsse auf den mikrobiellen Bewuchs	136
7.4.1	Einflüsse durch Silber-Dotierung der a-C:H-Deckschicht.....	136
7.4.2	Einflüsse durch eine Kupfer-Dotierung der a-C:H-Deckschicht.....	138
7.4.3	Einflüsse durch eine Molybdän-Dotierung der a-C:H-Deckschicht.....	140
7.4.4	Übergreifende Betrachtung der untersuchten Dotierungen.....	141
8	Zusammenfassung.....	143
9	Ausblick.....	145
10	Literaturverzeichnis	147
Anhang		161