

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Biofilmbildung	1
1.3 Aufbau und Gliederung der Dissertation	2
2 Verfahren zur Oberflächencharakterisierung	3
2.1 Rasterkraftmikroskopie	3
2.2 Dynamische Kontaktwinkelanalyse	4
2.2.1 Grenzflächenspannung und Kontaktwinkel	4
2.2.2 Wilhelmy-Waage	6
2.3 Flugzeit-Sekundärionen-Massenspektrometrie	9
2.3.1 Festkörperzerstörung	9
2.3.2 Aufbau und Funktionsweise des Flugzeitmassenspektrometers	9
3 Kraftmessungen	12
3.1 Wechselwirkungen zwischen Spitze und Oberfläche	12
3.1.1 Wechselwirkung an Luft	12
3.1.2 Wechselwirkung in fluiden Medien	13
3.1.3 Kapillarkräfte	14
3.2 Rasterkraftspektroskopie	15
3.2.1 Kraftabstandskurven	15
3.2.2 Messbereich einer Kraftabstandskurve	17
3.2.3 Hydrophobe Wechselwirkung	19
3.2.4 Kraftabstandskurven eines proteinbelegten Cantilevers	21
3.2.5 Kraftspektrum	22
4 Biologische Systeme	23
4.1 Proteine	23
4.1.1 Aufbau und Struktur von Proteinen	23
4.1.2 Albumin	24
4.1.3 Lysozym	25
4.1.4 Speichelamylase	25
4.1.5 Aminosäurezusammensetzung der drei Modellproteine	26
4.2 Zahn und Implantate	26
4.2.1 Zahn	26
4.2.2 Implantate	27
4.3 Dentale Biofilmbildung	29
4.3.1 Speichel	29
4.3.2 Pellicel	30
4.4 Energetische Betrachtung der Proteinadsorption	33
4.4.1 Enthalpie gesteuerte Prozesse	33
4.4.2 Entropie gesteuerte Prozesse	33

INHALTSVERZEICHNIS

5 Experimenteller Teil	35
5.1 Material	35
5.1.1 Chemikalien	35
5.1.2 Phosphatpuffer und Proteinlösung	35
5.1.3 Herstellung der Schmelzproben	35
5.1.4 Komposite	36
5.1.5 Probekörpertrageschiene	36
5.1.6 Cantilever	36
5.2 Methoden	38
5.2.1 Rasterkraftmikroskopie	38
5.2.2 ToF-SIMS Analyse	40
5.2.3 Kontaktwinkelanalyse	40
6 Oberflächenfunktionalisierung	41
6.1 Silanisierung mit 3-Aminopropyltriethoxysilan	41
6.1.1 Silanisierung von Siliziumoberflächen mit APTES	41
6.1.2 Funktionalisieren der Siliziumschichten mit Glutardialdehyd und Proteinen	42
6.2 Charakterisierung der mit APTES funktionalisierten Oberflächen	42
6.2.1 Rasterlektronenmikroskopie	42
6.2.2 Ellipsometrie	43
6.2.3 Rasterkraftmikroskopie	43
6.2.4 Dynamische Kontaktwinkelanalyse	44
6.3 Oberflächenfunktionalisierung mit OTS	47
6.4 Charakterisierung der mit OTS funktionalisierten Oberflächen	47
6.4.1 Ellipsometrie	47
6.4.2 Statische Kontaktwinkelanalyse	47
6.4.3 Dynamische Kontaktwinkelanalyse	47
7 Ergebnisse und Diskussion	49
7.1 Kraftmessungen	49
7.1.1 Charakterisierung der silanmodifizierten Cantilever	49
7.1.2 Vergleich der Proteinanbindung	50
7.1.3 Kraftmessungen auf zwei Modelloberflächen zur Untersuchung der hydrophob-/hydrophilen-Wechselwirkung	54
7.1.4 Adsorptionskinetik	59
7.1.5 Protein-Fluorapatit-Wechselwirkung	62
7.1.6 Vergleich Zahnschmelzoberfläche und Dentalmaterial	68
7.1.7 Protein-Protein-Wechselwirkung	75
7.1.8 Fazit	80
7.2 Dynamische Kontaktwinkelanalyse	81
7.2.1 Protein-APTES-Schichten bei verschiedenen pH-Werten	81
7.2.2 OTS und SiO ₂	83
8 Zusammenfassung und Ausblick	89
A RMS-Rauigkeit	91
B Protokoll Cantileverbelegung	92
C Berechnung der Debeylänge	93
D Korrelationskoeffizient r²	94
E Flüssigkeitszelle fürs MFP	95