

# INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	- 1 -
2.	STAND DES WISSENS	- 5 -
2.1.	<b>Implantatwerkstoffe, Interfacereaktionen und deren Rolle in der dentalen Implantologie</b>	<b>- 6 -</b>
2.1.1.	Zirkoniumdioxid vs. Titan	- 8 -
2.1.2.	Anforderungen an dentale Implantate	- 9 -
2.1.3.	Zellspreitung und Osseointegration	- 11 -
2.1.4.	Anforderungen an eine Implantatoberfläche	- 13 -
2.1.5.	Physikochemie von Oberflächen	- 15 -
2.1.6.	Aktuelle Implantatsysteme aus $ZrO_2$	- 18 -
2.2.	<b>Der Werkstoff Zirkoniumdioxid</b>	<b>- 21 -</b>
2.2.1.	Sinterung	- 23 -
2.2.2.	Stabilisierung und Strukturen des $ZrO_2$	- 26 -
2.2.3.	Umwandlungs- und Verstärkungsmechanismen des $ZrO_2$	- 35 -
2.2.3.1.	Hydrothermal induzierte $t \rightarrow m$ Umwandlung des $ZrO_2$	- 38 -
2.2.3.2.	Mechanisch induzierte Umwandlung des $ZrO_2$	- 40 -
2.2.3.3.	Weitere Strukturänderungen im $ZrO_2$	- 44 -
2.2.3.4.	Ferroelastische Verstärkungsmechanismen des $ZrO_2$	- 52 -
2.2.3.5.	Optische Effekte - Verfärbung und Lumineszenz	- 55 -
3.	MATERIAL & METHODEN	- 57 -
3.1.	<b>Material</b>	<b>- 57 -</b>
3.2.	<b>Methoden</b>	<b>- 59 -</b>
3.2.1.	Festigkeitsprüfung	- 59 -
3.2.2.	Rasterelektronenmikroskopie	- 61 -

3.2.3.	Dichtebestimmung	- 64 -
3.2.4.	Profilometrie	- 64 -
3.2.5.	Diffraktometrie	- 65 -
3.2.6.	Optische Spektroskopie	- 71 -
3.2.7.	Physikochemie	- 71 -
3.2.8.	Zellbiologie	- 73 -
3.2.8.1.	Initialadhäsion	- 73 -
3.2.8.2.	XTT-Assay	- 74 -
3.2.8.3.	Zellmorphologie	- 74 -
3.2.8.4.	Kollagennachweis	- 76 -
 4.	 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG UND OBERFLÄCHENMODIFIZIERUNG	 - 77 -
4.1.	<b>Material- und Verfahrensparameter</b>	<b>- 78 -</b>
4.1.1.	Werkzeugeinfluss	- 78 -
4.1.2.	Materialeinfluss	- 78 -
4.1.3.	Sinterprozesseinfluss	- 79 -
4.1.4.	Vergleich - Ausgangszustand und Endzustand	- 79 -
4.2.	<b>Oberflächenmodifizierung</b>	<b>- 80 -</b>
4.2.1.	Feinstrahlung im Weißzustand	- 80 -
4.2.2.	Abrasive Korundstrahlung	- 81 -
4.2.3.	Festigkeitsstrahlung mit $ZrO_2$	- 82 -
4.2.4.	Physikochemische Behandlung	- 85 -
4.2.5.	Hydrothermale Alterung	- 87 -
4.3.	<b>Produktprüfung</b>	<b>- 88 -</b>
4.3.1.	Dynamische Prüfung am Endprodukt	- 88 -
4.3.2.	Grenzflächen- und zellbiologische Charakterisierung	- 91 -
4.3.3.	Vertiefte Oberflächencharakterisierung	- 93 -

<b>5.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>- 95 -</b>
<b>5.1.</b>	<b>Material- und Verfahrensparameter</b>	<b>- 96 -</b>
5.1.1.	Werkzeugeinfluss	- 96 -
5.1.2.	Materialeinfluss	- 99 -
5.1.3.	Sinterprozesseinfluss	- 101 -
5.1.4.	Vergleich – Ausgangszustand und Endzustand	- 103 -
<b>5.2.</b>	<b>Oberflächenmodifizierung</b>	<b>- 110 -</b>
5.2.1.	Feinstrahlung an Y-TZP im Weißzustand	- 110 -
5.2.2.	Abrasive Korundstrahlung	- 113 -
5.2.3.	Festigkeitsstrahlung mit $\text{ZrO}_2$	- 122 -
5.2.3.1.	Festigkeits- und Rauheitsanalyse nach Festigkeitsstrahlung	- 122 -
5.2.3.2.	Phasenanalyse nach Festigkeitsstrahlung	- 126 -
5.2.4.	Physikochemische Behandlung	- 128 -
5.2.5.	Hydrothermale Alterung	- 134 -
<b>5.3.</b>	<b>Produktprüfung</b>	<b>- 139 -</b>
5.3.1.	Dynamische Prüfung am Endprodukt	- 139 -
5.3.2.	Grenzflächen- und zellbiologische Charakterisierung	- 142 -
5.3.2.1.	Topographische Charakterisierung	- 142 -
5.3.2.2.	Initialadhäsion	- 150 -
5.3.2.3.	Stoffwechselaktivität und Proliferation	- 158 -
5.3.3.	Vertiefte Oberflächencharakterisierung	- 164 -
5.3.3.1.	Rietveld-Analyse	- 164 -
5.3.3.2.	Schichtcharakterisierung XRD-Messung	- 169 -
5.3.3.3.	Hochtemperaturdiffraktometrie	- 172 -
5.3.3.4.	Spannungsmessung	- 179 -
5.3.3.5.	Oberflächendarstellung	- 181 -
5.3.3.6.	Optische Spektroskopie	- 182 -

6.	DISKUSSION	- 185 -
6.1.	<b>Material- und Verfahrensparameter</b>	<b>- 185 -</b>
6.1.1.	Werkzeug-, Material- und Prozesseinfluss	- 185 -
6.1.2.	Materialauswahl in Hinblick auf hydrothermale Alterung	- 189 -
6.2.	<b>Oberflächenmodifizierung</b>	<b>- 200 -</b>
6.2.1.	Feinstrahlung	- 200 -
6.2.2.	Abrasive Korundstrahlung	- 202 -
6.2.3.	Festigkeitsstrahlung mit $\text{ZrO}_2$	- 210 -
6.3.	<b>Produktprüfung</b>	<b>- 215 -</b>
6.3.1.	Dynamische Prüfung am Endprodukt	- 215 -
6.3.2.	Grenzflächen und zellbiologische Charakterisierung	- 220 -
6.3.3.	Vertiefte Oberflächencharakterisierung	- 232 -
7.	ZUSAMMENFASSUNG	- 247 -
8.	AUSBLICK	- 251 -
9.	LITERATURVERZEICHNIS	- 253 -
ANHANG		- 275 -
A.	ABKÜRZUNGEN UND SYMBOLE	- 275 -
B.	ÜBERSICHT DER PRÜFSERIEN	- 280 -
C.	WEITERE ABBILDUNGEN UND TABELLEN	- 282 -
D.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	- 295 -
E.	TABELLENVERZEICHNIS	- 306 -