

Aus dem Zentrum für Zahnmedizin
Abteilung für Prothetik und Alterszahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

VERGLEICHENDE ELEKTROCHEMISCHE UNTERSUCHUNG
VON UNTERSCHIEDLICH MITEINANDER VERBUNDENEN
KIEFERORTHOPÄDISCHEN LEGIERUNGEN

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité –
Universitätsmedizin Berlin

von

Stefanie von Dahlern (geb. Dorow)
aus Perleberg

Gutachter: 1. Prof. Dr. K.-P. Lange
2. Prof. Dr. med. dent. K. Böning
3. Prof. Dr. J. Geis-Gerstorfer

Datum der Promotion: 15. 12. 2006

Meiner Familie mit großem Dank gewidmet.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Literatur	
2.1 Kieferorthopädische Geräte mit gelöteten oder geschweißten Anteilen	4
2.1.1 Platzhalter in der kieferorthopädischen Kinderzahnheilkunde	6
2.2 Fügetechniken	7
2.2.1 Löten	7
2.2.2 Laserschweißen	8
2.2.3 Löten und Laserschweißen – ein Vergleich	10
2.3. Einteilung der kieferorthopädischen Legierungen	11
2.3.1 Anforderungen an kieferorthopädische Legierungen	12
2.3.2 Chrom – Nickel – Stähle	12
2.3.3 Manganstähle	14
2.3.4 Kobalt – Chrom – Nickel – Legierungen	14
2.3.5 Nickel – Titan – Legierungen	15
2.3.6 β – Titan – Legierungen	16
2.3.7 cp - Titan	17
2.3.8 Eigenschaften der Legierungsbestandteile	18
2.4 Lotlegierungen	19
2.4.1 Lote auf Goldbasis	21
2.4.2 Lote auf Silberbasis	22
2.4.3 Lote auf Nickelbasis	22
2.4.4 Lote auf Kobalt – Chrom – Basis	23
2.5 Flussmittel	23
2.6 Korrosion	24
2.6.1 Korrosionsvorgänge in der Mundhöhle	24
2.6.2 Korrosionsformen	26
2.6.3 Korrosionsfestigkeit kieferorthopädischer Therapiemittel	27
2.6.4 Biologische Wirkung von Korrosionsvorgängen	27
2.6.5 Einflüsse auf die Korrosion	29

2.7	Methoden zur Charakterisierung des Korrosionsverhaltens dentaler Legierungen	30
3.	Problemstellung	31
4.	Aufgaben – und Zielstellung	31
5.	Material und Methoden	
5.1	Materialien	32
5.1.1	Prüfkörperherstellung	33
5.2	Das Mini – Cell – System	34
5.3	Der Messablauf	35
5.3.1	Die Ruhepotentialmessung	36
5.3.2	Die voltammetrischen Messungen	36
5.4	Parameter der I – E – Kurven	40
5.5	Auswertung der Messergebnisse	43
5.6	Rasterelektronenmikroskopie	48
5.7	Lichtmikroskopie	48
6.	Ergebnisse	49
6.1	Auswertung der Messungen auf den Kronen	52
6.2	Auswertung der Messungen auf den Drähten	57
6.3	Auswertung der Messungen auf den gelaserten Fügestellen	61
6.4	Auswertung der Messungen auf den Stangenlot – Fügestellen	65
6.5	Auswertung der Messungen auf den Ballot – Fügestellen	69
6.6	Auswertung der Messungen auf den Hartlot – Fügestellen	73
6.7	Präsentation der Rasterelektronenmikroskop – und Lichtmikroskopaufnahmen	77
7.	Diskussion	94
8.	Zusammenfassung und Summary	107
9.	Literaturverzeichnis	111
10.	Graphik – und Bildanhang	
11.	Danksagung	
11.1	Lebenslauf	
11.2	Eidesstattliche Erklärung	

Verwendete Abkürzungen

ANOVA	analysis of varianz
Corr Rate	Korrosionsrate
cp – Titan	commercial pure, technisch reines Titan
DIN	Deutsche [D] Industrie [I] Norm [N]
DIN EN	DIN Europäische [E] Norm [N]
E_{Corr}	Korrosionspotential / Nullstrompotential
E_d	Durchbruchspotential
EDX	Energie – Dispersives – Röntgenspektrometer
EM	Edelmetall
E_{OCP}	Ruhepotential
E_{Repass}	Repassivierungspotential
Gew. %	Gewichtsprozent
I – E – Kurve	Strom (I) – Spannungs (E) – Kurve
I_o	Austauschstromdichte
ISO	International Organization for Standardization
KFO	Kieferorthopädie
LASER	Light Amplication by Stimulated Emission of Radiation
MCS	Mini – Cell – System
MP	Messpunkt
MW	Mittelwert
Nd – YAG	Neodym [Nd] dotierter Yttrium [Y] – Aluminium [A] – Granat [G]
NEM	Nichtedelmetall
NHE	Standardwasserstoffelektrode (normal hydrogen electrode)
REM	Rasterelektronenmikroskop
R_p	Polarisationswiderstand
SCE	Gesättigte Kalomelektrode (saturated calomel electrode)
Stabw	Standardabweichung

11. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. K. – P. Lange und Herrn Prof. (UH) Dr. W. – D. Müller für die Überlassung des Themas und die geduldige Betreuung während der Fertigstellung der Arbeit sowie für die Bereitstellung der räumlichen Möglichkeiten bedanken.

Ferner danke ich Herrn Dr. Chr. Finke, Frau Dr. D. Petzold, Herrn Dr. S. Rogaschewski (Physik HU Berlin) und Frau Grundt für ihre freundliche Unterstützung, die entscheidend zum Gelingen beigetragen hat, sowie den Firmen Dentaurum und 3M Espe AG für die Informationsblätter zu den verwendeten Materialien. Ein besonderer Dank geht an Frau Chr. Schöpf für die nette Unterstützung bei der Umsetzung der Experimente und Auswertung.

Ich möchte mich auch herzlich beim Dentallabor Ingo Wieblitz in Perleberg für die Fertigstellung der Probenkörper bedanken, ohne welche die experimentellen Messungen gar nicht erst möglich gewesen wären.

Last but not least geht ein besonders großer Dank an meine Familie und alle Freunde für die unermüdliche Unterstützung und die zahlreichen aufmunternden Worte während dieser arbeitsreichen Monate. Schwierige Phasen waren dadurch kein Hindernis mehr.

11.1 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

11.2 Erklärung

„Ich, Stefanie von Dahlen (geb. Dorow), erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: Vergleichende elektrochemische Untersuchung von unterschiedlich miteinander verbundenen kieferorthopädischen Legierungen, selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift