

Inhalt

1.	Einleitung	1
2.	Literatur	8
2.1	Flüssigkeit und Zähne	8
2.2	Historische und wissenschaftliche Grundlagen der Farblehre und -metrik – höhere Farbmethrik	13
2.2.1	Geschichte der Farben, deren Beschreibung und Bestimmung	14
2.2.2	Die Farbmessung	23
2.2.3	Standards und neue Farbsysteme für die Farbmethrik	24
2.2.4	Gesichtsfeldgröße und Normbeobachtungswinkel	26
2.2.5	Metamerie	27
2.2.6	Farbsysteme und Farbwahrnehmung	28
2.2.7	Empfindungsgemäß gleichabständige Farbsysteme und Toleranz in der Wahrnehmung	30
2.2.8	Farbbestimmung	33
2.3	Farbenlehre, Farbmethrik und Zahnmedizin	34
2.3.1	Zahnfarbe – bisher	34
2.3.2	Subjektiver visueller Farbabgleich – der konventionelle Weg zur Farbbestimmung	34
2.3.3	Farbmessung – wissenschaftlicher Weg zur Farbbestimmung	36
2.3.4	Zahnfarbe und Messung – Praxis	44
2.3.5	Probleme der konventionell-visuellen dentalen Farbbestimmungsmethode	45
2.3.6	Verbesserungen und Regeln zur visuellen Zahnfarbbestimmung	48
3.	Material und Methodik	50
3.1	Verwendete Zähne	52
3.2	Instrumente und Apparaturen	52
3.2.1	Surveymaster/ Protimeter® Moisture Measurement System (Fa. Protimeter)	52
3.2.1.1	Technische Daten	52
3.2.2	Elektronisches Hygro-Thermometer (Fa. Thies Clima)	52
3.2.3	Spektro-pen® (DR LANGE)	53
3.2.4	Spektraldensitometer 528 (X-Rite)	53
3.2.5	Chroma-Meter CR-300 (Konica-Minolta)	53
3.2.5.2	Weißreflektor CR-A43	54
3.2.6	Spektrophotometer CM-503c	54
3.2.6.1	Messprinzip Beleuchtungs- und Betrachtungssystem	55
3.2.6.2	Blockdiagramm – Messung	55
3.2.6.3	Ablauf einer Messung	56
3.2.6.4	Vormessung	56
3.2.6.6	Kalibrierstandard CM-A82	57
3.2.7	Spektrophotometer CM-503i	57
3.2.7.1	Messprinzip Beleuchtungs- und Betrachtungssystem	57
3.2.7.2	Blockdiagramm – Messung	58
3.2.7.3	Ablauf einer Messung	59
3.2.7.4	Vormessung	59
3.2.7.6	Kalibrierstandard CM-A21	59
3.2.7.7	Messgerätehalterung CM-A3 (Konica-Minolta)	59
3.2.8	Mikroskopisches Chromameter CR-241	60

3.2.8.2	WeiBreflektor CR-A43	60
3.2.8	Farbringe (VITAPAN classical, VITA 3D-MASTER)	60
3.2.9	Flüssigkeitsmessgerät MA100/Sartorius Moisture Analyzer	61
3.2.10.1	Technische Daten	62
3.2.10	Mikrowaage MC21S (Sartorius)	62
3.2.11.1	Technische Daten	63
3.2.11	Mikrowaage MC5 (Sartorius)	63
3.2.12.1	Technische Daten	64
3.2.12	PJC/CVL 3 Pantone® Lichtkabine (Fa. JUST Normlicht)	64
3.2.13.1	Technische Daten	64
3.2.14	CC/FS 2-A Y-2/36 Farbprüflampe (Fa. JUST NORMLICHT)	64
3.2.14.1	Technische Daten	64
3.3	Messvorrichtung und Versuchsaufbau	65
3.4	Umgebungsbedingungen	68
3.5	Messgrößen, Normlicht, Weißabgleich, Farbringanwendung	68
3.6	Statistik	69
3.7	Legende der Farbcodierungen	71
4.	Voruntersuchungen	72
4.1	Einleitung zu den Voruntersuchungen: In vivo- und in vitro-Testung von Spektrophotometern verschiedener Hersteller und die Suche nach einem geeigneten Feuchtigkeitsmessgerät	72
4.2	Art der Voruntersuchungen <ul style="list-style-type: none"> - Gewichtsmessungen an Zähnen während der De- und Rehydrierung - Reihenmessungen an planem Versuchskörper und am Zahn - Messungen an planem Körper und an Zähnen vor und nach Positionierung und Reponierungen der Messinstrumenten Freiland - Messungen an planem Körper sowie an Zähnen vor und nach Positionierung und Reponierungen der Messinstrumenten innerhalb ihrer Stativeaufhängung - Messungen an Zähnen vor und nach Positionierung und Reponierungen des Silikonklotzes (Patrice) in der Basismatrix - Messungen vor und nach Positionierung und Reponierungen des Zahnes im Silikonklotz - Reihenmessungen an Zähnen vor und nach gerichteter Objektverschiebung unter dem Messgerät - Parallelverschiebung der Messfläche entlang der Zahnlängsachse - Verschiebung der Messfläche senkrecht zur Zahnlängsachse - Schärfetest mit dem mikroskopischen Chromameter - Farbringanalyse von VITAPAN classical und VITAPAN 3D-master - Farbmessungen vor und nach forcierter Temperaturbehandlung von Zähnen - Rehydrierungsversuche 	73
4.3	Ergebnisse der Voruntersuchungen	75
4.3.1	Gewichtsentwicklung während des De- und Rehydrierungsprozesses	75
4.3.2	Messung der L*-, a*-, b*-Werte mit den Spektrophotometern CM-503c, CM-503i und dem mikroskopischen Chromameter an gekrümmter Zahnoberfläche – Ein Messgerätevergleich	77
4.3.3	Auswirkung einer definierten und gerichteten Verschiebungen des	

4.3.4	Objektes unter der Messapparatur	77
4.3.5	Auswirkung einer definierten und gerichteten Verschiebungen des Objektes unter dem mikroskopischen Chromameter	78
4.3.6	Auswirkung einer definierten und gerichteten Verschiebung des Zahnes im Sinne einer Näherung (-) bzw. Entfernung (+) des Objektes aus der optimalen Objekt-Objektiveinstellung unter dem mikroskopischen Chromameter	79
4.3.6.1	Reihenmessungen und Reponierungsversuche	80
4.3.6.2	L*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen	82
4.3.6.3	a*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen	83
4.3.6.4	b*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen	84
4.3.6.5	C*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen	85
4.3.7	Analyse der VITAPAN classics und VITA-3D-MASTER-Farbringe mit Hilfe der Spektrophotometer CM-503c, CM-503i und dem mikroskopischen Chromameter -CR241	86
4.3.7.1	Methodik zur Farbringanalyse	87
4.3.7.2	Ergebnisse der Analyse des VITAPAN classics- Farberinges	88
4.3.7.3	Ergebnisse der Analyse des VITAPAN 3D-MASTER- Farbringes	89
4.3.8	Zahncharakteristische Spektralkurven	90
4.3.9	Farbmessung vor und nach Dehydrierung	92
4.3.10	Rehydrierung völlig trockener Zähne	92
4.3.10.1	Material und Methode	92
4.3.10.2	Ergebnisse	93
4.3.11	Rehydrierung völlig luftgetrockneter Zähne	94
4.3.11.1	Material und Methode	94
4.3.11.2	Ergebnisse	94
5.	Hauptstudien dieser Arbeit	95
5.1	Erfassung der Farbdifferenz zwischen flüssigkeitsgesättigten und trockenen Zähnen in Relation zum ihrem Flüssigkeitsgehalt	95
5.1.1	Material und Methodik	95
5.1.2	Ergebnisse	96
5.1.2.1	Ergebnisse der L*-Wertemessung vor und nach Dehydrierungsprozess	96
5.1.2.2	Ergebnisse der a*-Wertemessung vor und nach Dehydrierungsprozess	97
5.1.2.3	Ergebnisse der b*-Wertemessung vor und nach Dehydrierungsprozess	99
5.1.2.4	Ergebnisse der Metamerieindizes vor und nach dem Dehydrierungsprozess	100

5.1.2.5	Zahnfarbraum vor und nach Dehydrierungsprozeß gemessen mit dem Spektrophotometer CM-503c	101
5.1.2.6	Zahnfarbraum vor und nach Dehydrierungsprozess gemessen mit dem Spektrophotometer CM-503i	102
5.1.2.7	Zahnfarbraum vor und nach Dehydrierungsprozess gemessen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241	103
5.1.2.8	Subjektive Bestimmung der Zahnfarbe vor und nach Dehydrierung	103
5.1.2.9	Gewicht vor und nach Dehydrierungsprozess	106
5.1.2.10	Gewichtsverlust während des Dehydrierungsprozesses	107
5.2	Farberfassung einer beschleunigten Trocknungschronologie	108
5.2.1	Material und Methodik	108
5.2.2	Ergebnisse	109
5.2.2.1	Spektralkurven des Spektrophotometers CM-503c von nassen und trockenen Zähnen.	109
5.2.2.2	Beschleunigte Dehydrierung – L*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503c	110
5.2.2.3	Beschleunigte Dehydrierung -a*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503c	111
5.2.2.4	Beschleunigte Dehydrierung – b*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503c	112
5.2.2.5	Beschleunigte Dehydrierung – C*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503c	113
5.2.2.6	Beschleunigte Dehydrierung – h-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503c	114
5.2.2.7	Spektralkurven des Spektrophotometer CM-503i von nassen und trockenen Zähnen	115
5.2.2.8	Beschleunigte Dehydrierung – L*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503i	116
5.2.2.9	Beschleunigte Dehydrierung – a*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503i	117
5.2.2.10	Beschleunigte Dehydrierung – b*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503i	118
5.2.2.11	Beschleunigte Dehydrierung – C*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503i	119
5.2.2.12	Beschleunigte Dehydrierung – h-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM503i	120
5.2.3.1	Ergebnisse der Thermogravimetrik	121
5.2.4.	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die L*a*b*C*h-Werte zu definierten Zeitpunkten der beschleunigten Dehydrierung	122
5.2.4.1	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die L*-Werte zur Zeit 0 der beschleunigten Dehydrierung	123
5.2.4.2	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die a*-Werte zur Zeit 0 der beschleunigten Dehydrierung	123
5.2.4.3	Einfluß des Farbmessapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die b*-Werte zur Zeit 0 der beschleunigten Dehydrierung	124

5.2.4.4	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die C*-Werte	125
5.2.4.5	Einfluß der Farbmessapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die h*-Werte zur Zeit 0 der beschleunigten Dehydrierung	126
5.2.4.6	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die L*-Werte nach 10 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	127
5.2.4.7	Einfluß der Farbmessapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die a*-Werte nach 10 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	128
5.2.4.8	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die b*-Werte nach 10 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	129
5.2.4.9	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die C*-Werte nach 10 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	130
5.2.4.10	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die h-Werte nach 10 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	131
5.2.4.11	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die L*-Werte nach 20 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	132
5.2.4.12	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die a*-Werte nach 20 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	133
5.2.4.13	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die b*-Werte nach 20 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	134
5.2.4.14	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die C*-Werte nach 20 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	135
5.2.4.15	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die h-Werte nach 20 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	136
5.2.4.16	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die L*-Werte nach 90 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	137
5.2.4.17	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die a*-Werte nach 90 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	138
5.2.4.18	Einfluß des Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die b*-Werte nach 90 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	139
5.2.4.19	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die C*-Werte nach 90 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	140
5.2.4.20	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die h-Werte nach 90 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	141

5.2.4.21	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die L*-Werte nach 161 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	142
5.2.4.22	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die a*-Werte nach 161 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	143
5.2.4.23	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die b*-Werte nach 161 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	144
5.2.4.24	Einfluß der Farbmessapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die C*-Werte nach 161 Minuten der beschleunigten Dehydrierung	145
5.2.4.25	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die h-Werte nach 161 Minuten des beschleunigten Dehydrierung	146
5.2.4.26	Meßgerätevergleich	147
5.2.4.27	Vergleich der Spektralkurven des Spektrophotometers CM-503c mit denen des Spektrophotometers CM-503i vor und nach Dehydrierung	148
5.2.4.28	Veränderung des Zahnfarbraumes des Spektrophotometers CM-503c mit der Dehydrierungszeit	149
5.2.4.29	Veränderung des Zahnfarbraumes des Spektrophotometers CM-503i mit der Dehydrierungszeit	150
5.2.4.30	Farbräume von nassen und trockenen Zähnen des Spektrophotometers CM-503c und des CM-503i im direkten Vergleich.	151
5.2.5	Ergebnisse der Subjektiven visuellen Farbbewertung	152
5.2.5.1	Methodik zur Auswertung der subjektiven Ergebnisse und zu vergleichenden Untersuchungen	152
5.2.5.2	Vergleich der während des Dehydrierungsprozesses subjektiv erfaßten Farbringproben der VITAPAN classical und -3D-MASTER-Zahnfarbringe anhand der VITA- Farbmaßzahlen	153
5.2.5.3	Dehydrierungsprozeß – Die subjektive Bestimmung der Zahnfarben mit dem VITAPAN classical und 3D-MASTER- Farbring in den L*a*b*-Werten der Farbringanalysen der Vorstudie mit Hilfe des Spektrophotometers CM-503c und CM-503i	154
5.2.5.4	Dehydrierungsprozeß – Die subjektive Bestimmung der Zahnfarben mit dem VITAPAN classical und 3D-MASTER- Farbring in den L*a*b*-Werten der Farbringanalysen der Vorstudie mit Hilfe des mikroskopischen Chromameters CR-241 (0,3mm)	155
5.2.5.5	Vergleich der subjektiv über Farbringmuster erfaßten L*a*b*-Werte mit apparativ gemessenen Ergebnissen	156
5.2.5.6	Indirekter Meßgerätevergleich anhand der im Dehydrierungsprozeß gewählten Vergleichsproben des VITAPAN classical- und des VITAPAN 3D-MASTER-Farbringes	157
5.3	Farbmétrische Erfassung der Flüssigkeitsabgabe und Aufnahmehchronologie luftgetrockneter Zähne	158
5.3.1	Material und Methodik	158

5.3.2	Ergebnisse	159
5.3.2.1	Einfluß von De- und Rehydrierungsprozessen auf die Spektralkurven des Spektrophotometers CM-503c	159
5.3.2.2	De- und Rehydrierung – L*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503c	160
5.3.2.3	De- und Rehydrierung – a*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503c	162
5.3.2.4	De- und Rehydrierung – b*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503c	164
5.3.2.5	De- und Rehydrierung – C*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503c	165
5.3.2.6	De- und Rehydrierung – h-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503c	167
5.3.2.7	Einfluß von De- und Rehydrierungsprozessen auf die Spektralkurven des Spektrophotometers CM-503i	169
5.3.2.8	De- und Rehydrierung – L*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503i	170
5.3.2.9	De- und Rehydrierung – a*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503i	171
5.3.2.10	De- und Rehydrierung – b*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503i	172
5.3.2.11	De- und Rehydrierung – C*-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503i	173
5.3.2.12	De- und Rehydrierung – h-Wertemessungen mit dem Spektrophotometer CM-503i	174
5.3.2.13	De- und Rehydrierung – L*-Wertemessungen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241 auf einer Fläche von 0,3mm Durchmesser	175
5.3.2.14	De- und Rehydrierung – a*-Wertemessungen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241 auf einer Fläche von 0,3mm Durchmesser	177
5.3.2.15	De- und Rehydrierung – b*-Wertemessungen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241 auf einer Fläche von 0,3mm Durchmesser	178
5.3.2.16	De- und Rehydrierung – L*-Wertemessungen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241 auf einer Fläche von 1,8mm Durchmesser	179
5.3.2.17	De- und Rehydrierung – a*-Wertemessungen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241 auf einer Fläche von 1,8mm Durchmesser	181
5.3.2.18	De- und Rehydrierung – b*-Wertemessungen mit dem mikroskopischen Chromameter CR-241 auf einer Fläche von 1,8mm Durchmesser	182
5.3.3	Gewichtsentwicklung während des De- und Rehydrierungsprozesses	184
5.3.4	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Farbmeßergebnisse	185
5.3.4.1	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der L*-Werte zum Zeitpunkt 0	

5.3.4.2	des Dehydrierungsprozesses am feuchten Zahn Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der a*-Werte zum Zeitpunkt 0 des Dehydrierungsprozesses am feuchten Zahn	186
5.3.4.3	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der b*-Werte zum Zeitpunkt 0 des Dehydrierungsprozesses am feuchten Zahn	187
5.3.4.4	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der C*-Werte zum Zeitpunkt 0 des Dehydrierungsprozesses am feuchten Zahn	188
5.3.4.5	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung bzw. der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der h-Werte zum Zeitpunkt 0 des Dehydrierungsprozesses am feuchten Zahn	189
5.3.4.6	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der L*-Werte nach 1-stündiger Lufttrocknung	190
5.3.4.7	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der a*-Werte nach 1-stündiger Lufttrocknung	191
5.3.4.8	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der b*-Werte nach 1-stündiger Lufttrocknung	192
5.3.4.9	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der C*-Werte nach 1-stündiger Lufttrocknung	193
5.3.4.10	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse h-Werte nach 1-stündiger Lufttrocknung	194
5.3.4.11	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der L*-Werte nach 3-stündiger Lufttrocknung	195
5.3.4.12	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der a*-Werte nach 3-stündiger Lufttrocknung	196
5.3.4.13	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der b*-Werte nach 3-stündiger Lufttrocknung	197
5.3.4.14	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels	198

	und der Lichtart auf die Ergebnisse der C*-Werte nach 3-stündiger Lufttrocknung	199
5.3.4.15	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der h-Werte nach 3-stündiger Lufttrocknung	200
5.3.4.16	Einfluß des Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der L*-Werte nach 1-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	201
5.3.4.17	Einfluß des Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der a*-Werte nach 1-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	202
5.3.4.18	Einfluß des Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der b*-Werte nach 1-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	203
5.3.4.19	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der C*-Werte nach 1-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	204
5.3.4.20	Einfluß der Farbmessapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der h-Werte nach 1-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	205
5.3.4.21	Einfluß der Farbmessapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der L*-Werte nach 3-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	206
5.3.4.22	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der a*-Werte nach 3-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	207
5.3.4.23	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der b*-Werte nach 3-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	208
5.3.4.24	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die C*-Werte Ergebnisse nach 3-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	209
5.3.4.25	Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels und der Lichtart auf die Ergebnisse der h-Werte nach 3-stündiger Lagerung des Zahnes in Wasser innerhalb des Rehydrierungsprozesses	210
5.3.4.26	Vergleich der Spektralkurven der Spektrophotometer CM-503c und CM-503i.	211
5.3.4.27	Vergleich der Meßgeräte anhand der L*-, a*-, b*-, C*-, h-	

5.3.4.28	Werteentwicklung innerhalb des De- und Rehydrierungsprozesses Gegenüberstellung der mit den Spektrophotometern CM-503c und CM-503i sowie mit dem mikroskopischen Chromameter erstellten Zahnfarbräume	213
5.3.5	Subjektive Farbringbestimmung	219
5.3.5.1	Subjektive Erfassung des De- und Rehydrierungsprozesses in den L [*] -, a [*] -, b [*] -Werten der Fa. VITA innerhalb des De- und Rehydrierungsprozesses	219
5.3.5.2	Subjektive Erfassung des De- und Rehydrierungsprozesses in den L [*] -, a [*] -, b [*] -Werten des Spektrophotometers CM-503c	220
5.3.5.3	Subjektive Erfassung des De- und Rehydrierungsprozesses in den L [*] -, a [*] -, b [*] -Werten des Spektrophotometers CM-503i	221
5.3.5.4	Subjektive Erfassung des De- und Rehydrierungsprozesses in den L [*] -, a [*] -, b [*] -Werten des mikroskopischen Chromameters CR-241	222
5.3.5.5	Vergleich der L [*] - Farbwertergebnisse der subjektiven Farbbewertungsmethodiken mit den Resultaten der objektiven Messungen	223
5.3.5.6	Vergleich der a [*] - Farbwertergebnisse der subjektiven Farbbewertungsmethodiken mit den Resultaten der objektiven Messungen	224
5.3.5.7	Vergleich der b [*] - Farbwertergebnisse der subjektiven Farbbewertungsmethodiken mit den Resultaten der objektiven Messungen	225
5.3.5.8	Die Subjektiv-visuelle Zahnfarbbestimmung in den L [*] a [*] b [*] -Werten der Farbmeßapparaturen und der Fa. VITA	226
6.	Nachuntersuchungen	228
6.1	Langzeitmessungen des Gewichtes – Lufttrocknung	229
6.2	Farbmessungen an der vestibulären Seite der Zahnkrone – Langzeitmessungen	229
6.3	Farbmessungen an der Inzisalkante der Zahnkrone	237
6.4	Farbmessungen an der approximalen Seite der Zahnkrone	237
6.5	Farbmessungen an der Palatinalseite der Zahnkrone	238
6.6	Farbmessungen an der Wurzel des Zahnes	238
7.	Über die systematische Erforschung und Analyse der Zahnfarbe, neue Erkenntnisse und neuartige Verfahren	239
7.1	Einführung	239
7.2	Zahnflüssigkeit und Messung des Flüssigkeitsgehalts	242
7.3	Optophänomenologische Aspekte und Einflussfaktoren	244
7.4	Flüssigkeitsgehalt und Farbwirkung – Eine (opto)phänomenologische Beschreibung der Trocknung	256
7.5	Neue Flüssigkeits(fluß)- Farbeffekt-Theorie und ihr Beleg	262
7.6	Das Paradoxon der Farberfassung (vgl. Abb. 7.-12)	266
7.7	Prozessuale Langzeitbeobachtung „dentoopto(patho)physiologische Erkenntnisse“ zum Pulpa-Dentin-Schmelzfluss, zur Kommunikation dentaler und nicht-dentaler Räume und zum Klimaausgleich	268
7.8	Subjektiv-Objektiv: „Komplementärprozessphänomen“ und „Schichtungsphänomen“	272
7.9	Glanzwirkung	275
7.10	Technologie und Hardware	277

7.11	Für Wissenschaft und Industrie	278
7.12	Ein jahrhunderte altes naturwissenschaftliches Dogma	279
7.13	Reversibilität und Wiederholbarkeit der Prozesse an einem und demselben Untersuchungsobjekt als Basis für neue Konzepte oder Ausgangspunkt einer neuen wissenschaftlichen Denkweise	282
7.14	Denkbarer anwendungsorientierter Nutzen für die zahnärztliche und medizinische Praxis	283
7.14.1	Für Zahntechniker und Zahnärzte	283
7.14.2	Behandlungsmonitoring	284
7.14.3	Für die Rechtsmedizin – forensische Ermittlung der Zeit des Zahnverlustes	285
7.14.4	Theorie zu einem Verfahren zur Ermittlung der Todeszeit	287
7.14.5	Identifikation, Biometrie und Zähne – der dentale Fingerabdruck	291
7.14.7	Und was bringt die Zukunft in diesem Bereich?	292
8.	Wissenswertes zu den Studien	293
9.	Literaturverzeichnis	300
10.	Anhang	313