

Inhalt

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | Einleitung | 1 |
| 2. | Literatur | 8 |
| 2.1 | Flüssigkeit und Zähne | 8 |
| 2.2 | Historische und wissenschaftliche Grundlagen der Farblehre und -metrik – höhere Farbmatrik | 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 Farbmatrik | 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, Farbmatrik 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 | Weißreflektor 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-AY-2/36 Farbprüfleuchte (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, Farbringenanwendung | 68 |
| 3.6 | Statistik | 69 |
| 3.7 | Legende der Farbcodierungen | 71 |
| | | |
| 4. | Voruntersuchungen | 72 |
| 4.1 | Einleitung zu den Voruntersuchungen: | 72 |
| | In vivo- und in vitro-Testung von Spektrophotometern verschiedener Hersteller und die Suche nach einem geeigneten Feuchtigkeitsmessgerät | |
| 4.2 | Art der Voruntersuchungen | 73 |
| | <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 Messinstrumentarien Freiland - Messungen an planem Körper sowie an Zähnen vor und nach Positionierung und Reponierungen der Messinstrumentarien innerhalb ihrer Stativaufhängung - Messungen an Zähnen vor und nach Positionierung und Reponierungen des Silikonklotzes (Patrizi) in der Basismatrize - 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 Zahnlongsachse - Verschiebung der Messfläche senkrecht zur Zahnlongsachse - Schärfetest mit dem mikroskopischen Chromameter - Farbringanalyse von VITAPAN classical und VITAPAN 3D-master - Farbmessungen vor und nach forcierter Temperaturbehandlung von Zähnen - Rehydrierungsversuche | |
| | | |
| 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 Zahnfläche – Ein Messgerätevergleich | 77 |
| 4.3.3 | Auswirkung einer definierten und gerichteten Verschiebungen des | |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| | Objektes unter der Messapparatur | 77 |
| 4.3.4 | Auswirkung einer definierten und gerichteten Verschiebungen des Objektes unter dem mikroskopischen Chromameter | 78 |
| 4.3.5 | 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 | Reihenmessungen und Reponierungsversuche | 80 |
| 4.3.6.1 | L*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen | 82 |
| 4.3.6.2 | a*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen | 83 |
| 4.3.6.3 | b*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen | 84 |
| 4.3.6.4 | C*-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen | 85 |
| 4.3.6.5 | h-Wertereihenmessung mit und ohne Reponierungen der Farbmessgeräte, des Fixiermassensystems und des Zahnes unter den Farbmessapparaturen | 86 |
| 4.3.7 | Analyse der VITAPAN classicals und VITA-3D-MASTER-Farbringe mit Hilfe der Spektrophotometer CM-503c, CM-503i und dem mikroskopischen Chromameter -CR241 | 87 |
| 4.3.7.1 | Methodik zur Farbringanalyse | 87 |
| 4.3.7.2 | Ergebnisse der Analyse des VITAPAN classicals- Farberinges | 88 |
| 4.3.7.3 | Ergebnisse der Analyse des VITAPAN 3D-MASTER- Farberinges | 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 der 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 der 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- Farbmäßzahlen | 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 | Farbmetrische Erfassung der Flüssigkeitsabgabe und Aufnahmechronologie 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 | |

| | | |
|----------|--|-----|
| | des Dehydrierungsprozesses am feuchten Zahn | 186 |
| 5.3.4.2 | 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 | 187 |
| 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 | 188 |
| 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 | 189 |
| 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 | 190 |
| 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 | 191 |
| 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 | 192 |
| 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 | 193 |
| 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 | 194 |
| 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 | 195 |
| 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 | 196 |
| 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 | 197 |
| 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 | 198 |
| 5.3.4.14 | Einfluß der Farbmeßapparatur, seiner Meßgeometrie, der Meßöffnung, der Meßfläche, des Normbeobachtungswinkels | |

| | | |
|----------|--|-----|
| | 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- | |

| | | |
|-----------|--|------------|
| | Werteentwicklung innerhalb des De- und Rehydrierungsprozesses | 213 |
| 5.3.4.28 | Gegenüberstellung der mit den Spektrophotometern CM-503c und CM-503i sowie mit dem mikroskopischen Chromameter erstellten Zahnfarbräume | 214 |
| 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 inden 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-24I | 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(fluf)- 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 |