

Aus der Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung  
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vergleichende klinische randomisierte Studie eines thixotropen  
Bulk-Fill-Kompositsystems mit einem nanogefüllten Universalkomposit unter  
Verwendung eines selbstkonditionierenden Adhäsivs mit und ohne selektiver  
Schmelzätzung.

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin  
der Universitätsmedizin  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

Andrew Bader  
aus Heidelberg

Mainz, 2020

Wissenschaftlicher Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion: 08. Dezember 2020

Meinen Eltern gewidmet

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Literaturdiskussion</b> .....	<b>3</b>
2.1 Definitionen.....	3
2.1.1 Kunststoffe .....	3
2.1.2 Komposite.....	3
2.2 Dentale Komposite .....	3
2.2.1 Zusammensetzung und Eigenschaften der Komposite .....	3
2.2.2 Nanofüllerkomposite.....	6
2.2.3 Bulk-Fill-Komposite.....	7
2.3 Adhäsive .....	8
2.3.1 Definition .....	8
2.3.2 Schmelz.....	8
2.3.3 Schmelz-Ätz-Technik.....	9
2.3.4 Dentinhaftung .....	10
2.3.5 Einteilung der Adhäsive .....	11
<b>3 Material und Methoden</b> .....	<b>17</b>
3.1 Patientengut.....	17
3.2 Verwendete Materialien .....	19
3.2.1 Optibond™XTR.....	19
3.2.2 Premise .....	20
3.2.3 SonicFill.....	20
3.3 Präparation und Füllungstechnik .....	21
3.4 Klinische Bewertung auf Dokumentationsbögen nach den FDI- bzw. Hickel – Kriterien.....	24
3.5 Statistische Analyse .....	31
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>32</b>
4.1 Auswertung der allgemeinen Daten.....	32
4.2 Durchschnittliche Zeit der Füllungslegung .....	34
4.3 Klinischer Vergleich .....	36
4.3.1 Ästhetische Eigenschaften.....	36
4.3.2 Funktionelle Eigenschaften .....	41

4.3.3	Biologische Eigenschaften .....	43
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>57</b>
5.1	Material und Methoden .....	57
5.1.1	Studiendesign .....	57
5.1.2	Materialien .....	58
5.2	Diskussion der Ergebnisse .....	62
5.2.1	Ästhetische Eigenschaften.....	62
5.2.2	Funktionelle Eigenschaften .....	66
5.2.3	Biologische Eigenschaften .....	69
5.2.4	Dauer der Füllungslegung.....	71
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>73</b>
<b>7.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>75</b>
<b>Anhang .....</b>		<b>81</b>
<b>Danksagung .....</b>		<b>114</b>
<b>Lebenslauf .....</b>		<b>115</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Die Entwicklung der Komposite nach ihrem Fülleranteil (nach Ferracane 2011).....	6
<b>Abb. 2:</b> Morphologie der Ätzmuster nach Schmelzkonditionierung durch unterschiedliche Ausrichtung der Schmelzkristalle (nach Hellwig et. al) (9) .....	9
<b>Abb. 3:</b> Klassifikation der Adhäsivsysteme nach Van Meerbeek et al. 2003.....	11
<b>Abb. 4:</b> Schematische Darstellung der morphologischen Struktur des Dentins durch Interaktionen mit verschiedenen Adhäsivsystemen (nach Van Meerbeek et al. 1992) (47) .....	14
<b>Abb. 5:</b> Flussdiagramm der Patientenaufteilung bzw. Randomisierung der Kavitäten auf die Vorbehandlungsmethode bzw. Kompositmaterialien; Quelle: Ernst et al. ....	18
<b>Abb. 6:</b> Einmal-Applikationskapseln.....	20
<b>Abb. 7:</b> SonicFill – Handstück (KaVo Kerr) .....	20
<b>Abb. 8:</b> Klinisches Procedere bei SEE; Quelle: Ernst et al. ....	23
<b>Abb. 9:</b> Klinisches Procedere bei SEA; Quelle: Ernst et al. ....	23
<b>Abb. 10:</b> Verteilung der Zähne entsprechend der Vorbehandlung (SEE = selective enamel etch ; SEA = self-etch approach) und der verwendeten Kompositmaterialien (SonicFill ; Premise) .....	32
<b>Abb. 11:</b> Verteilung der Kavitätengröße entsprechend der Vorbehandlung (SEE = selective enamel etch; SEA = self-etch approach) und der verwendeten Kompositmaterialien (SonicFill ; Premise) .....	33
<b>Abb. 12:</b> Recall-Rate zu den jeweiligen Zeitpunkten in absoluten und relativen Häufigkeiten .....	34
<b>Abb. 13:</b> Graphische Darstellung der zeitlichen Mittelwerte zur Füllungslegung in Minuten mit einfacher SD der verwendeten Kompositmaterialien (SonicFill ; Premise).....	34
<b>Abb. 14:</b> Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – SonicFill (15mod); rechts – Premise (24od)); Quelle: Ernst et al.....	39
<b>Abb. 15:</b> Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – Premise (14od); rechts – SonicFill (45mo)); Quelle: Ernst et al.....	39
<b>Abb. 16:</b> Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – SonicFill (15mod), Premise (16mod); rechts – Premise (25od), SonicFill (26mod)); Quelle: Ernst et al. ....	39

<b>Abb. 17:</b> Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – Premise (16mo); rechts – SonicFill (26mo); Quelle: Ernst et al.....	40
<b>Abb. 18:</b> Fotodokumentation einer Füllungsfraktur im Bereich der mesialen Randleiste (Pfeil) des Zahns 47 (Premise – mo); Quelle: Ernst et al.....	40
<b>Abb. 19:</b> Fotodokumentation einer aufgetretenen Sekundärkaries an dem okklusal- mesial gefüllten Zahn 47 mittels Komposit-Material SonicFill (Pfeil zeigt Sekundärkaries); Quelle: Ernst et al. ....	44
<b>Abb. 20:</b> Fotodokumentation eines aufgetretenen Schmelzdefekts an dem okklusal- distal gefüllten Zahn 24 mittels Komposit-Material SonicFill (Pfeil zeigt Schmelzdefekt); Quelle: Ernst et al.....	45
<b>Abb. 21:</b> Dokumentationsbögen FDI-Kriterien modifiziert nach Ernst et al. ....	81
<b>Abb. 22:</b> Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe SEE – SonicFill vs. Premise im zeitlichen Verlauf.....	98
<b>Abb. 23:</b> Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe SEA – SonicFill vs. Premise im zeitlichen Verlauf.....	102
<b>Abb. 24:</b> Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe SonicFill – SEE vs. SEA im zeitlichen Verlauf.....	106
<b>Abb. 25:</b> Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe Premise – SEE vs. SEA im zeitlichen Verlauf.....	110

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1:</b> Überblick der unterschiedlichen Arbeitsschritte von Adhäsivsystemen. Die Klassifizierung in Typ 1 bis 4 ist auf van Meerbeek zurückzuführen und die am meisten anerkannte Einteilung von Adhäsiven (nach Moritz et al., 2009) (39) .....	11
<b>Tab. 2:</b> Einteilung der Adhäsivsysteme nach Arbeitsschritten (Frankenberger 2013) (21) .....	12
<b>Tab. 3:</b> Zusammensetzung von Optibond XTR laut Herstellerangaben .....	19
<b>Tab. 4:</b> Verarbeitungsanleitung für OptiBond XTR laut Herstellerangaben (Kerr).....	19
<b>Tab. 5:</b> Zusammensetzung der Komposite Premise (Kerr) und SonicFill (Kerr) laut Herstellerangaben.....	21
<b>Tab. 6:</b> FDI-Kriterien, welche zur Anwendung kamen (deutsche Übersetzung und detaillierte Auflistung); Quelle: Hickel et al. (60, 61) .....	24
<b>Tab. 7:</b> SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEE .....	47
<b>Tab. 8:</b> SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEA .....	52
<b>Tab. 9:</b> SonicFill – SEE vs. SEA.....	88
<b>Tab. 10:</b> Premise – SEE vs. SEA.....	93



## Abkürzungsverzeichnis

SEE	=	selective enamel etch
SEA	=	self-etch approach
bis-GMA	=	bisphenol A-glycidyl-Methacrylat
HEMA	=	Hydroxyethylmethacrylat
mod	=	mesial-okklusal-distal
mo	=	mesial-okklusal
od	=	okklusal-distal

# 1 Einleitung

Nachdem Amalgam, welches lange Zeit als Material der Wahl für direkte Restaurationen im Seitenzahnbereich (1) galt, weitestgehend von Komposit-Materialien abgelöst wurde, sind diese einem ständigen Fortschritt unterworfen.

Die meisten Komposite basieren auf dem von Bowen im Jahre 1962 entwickelten Methacrylat bis-GMA, der dadurch den Stein der Entwicklung von Komposit-Materialien ins Rollen brachte.

Durch die seitens der Patienten immer größer werdende Nachfrage nach ästhetischen, zahnfarbenen Restaurationen kam es in den letzten Jahrzehnten zur Entwicklung von Komposit-Materialien, welche in ihrer Struktur, Stabilität und Langlebigkeit dem Füllungswerkstoff Amalgam ebenbürtig sind. Obwohl das Legen von Komposit-Füllungen wesentlich techniksensitiver ist als das einer Amalgamfüllung, kann bei diesen wesentlich minimalinvasiver vorgegangen werden (2). Auf die von Black postulierten Regeln, welche für Amalgam unabdingbar waren, kann bei Kompositen weitestgehend verzichtet werden. Dadurch kann defektorientiert und unter maximaler Schonung der Zahnschicht präpariert werden.

Allerdings sind diverse Probleme wie ein optimaler adhäsiver Verbund zur Zahnschicht und die Polymerisationsschrumpfung, welche die Anwendung von Adhäsiven und Komposit-Materialien mit sich bringen, noch nicht in Gänze gelöst (3, 4). Mit der Polymerisationsschrumpfung geht der sog. Schrumpfstress einher, welcher in Microleakages im Randbereich, postoperativen Hypersensibilitäten und Sekundärkaries resultieren kann (5). Um diesem Schrumpfstress entgegenzuwirken bzw. diesen zu minimieren wurden Techniken wie die inkrementelle Applikation des Komposits in Schichten von 2 mm entwickelt, welche jedoch einen gewissen Zeitaufwand mit sich bringen und folglich auch fehleranfälliger sind. Aus diesem Grund wurden vor etwa einem Jahrzehnt Bulk-Fill-Komposite entwickelt, mit dem Ziel den Zeitaufwand und damit die Fehleranfälligkeit zu reduzieren, da sie die Applikation von Schichtstärken bis zu 5 mm erlauben.

Ein weiterer limitierender Faktor, welcher die Langlebigkeit von Kompositrestaurationen beeinflusst, stellt die Adhäsivtechnik dar. Ähnlich wie bei den Kompositen wurde versucht von den techniksensitiven und zeitaufwändigen Mehr-Flaschen-Systemen auf vereinfachte sog. selbstkonditionierende Adhäsivsysteme umzustellen, jedoch mit dem Kompromiss der daraus resultierenden schlechteren mechanischen Eigenschaften, wie z.B. reduzierte Haftwerte. Nach Angaben der

Hersteller können diese vereinfachten Adhäsivsysteme ohne vorherige Ätzung mittels Phosphorsäure angewendet werden. Allerdings hat sich herausgestellt, dass eine zusätzliche Ätzung des Schmelzes in einer signifikant größeren Haftkraft resultiert (6-8).

Das Ziel dieser vorliegenden Studie war es, das klinische Verhalten eines innovativen thixotropen Bulk-Fill-Komposits im Vergleich zu einem nanogefüllten Universalkomposit unter Verwendung eines selbstkonditionierenden Adhäsivsystems mit und ohne vorheriger selektiver Schmelzätzung über einen Zeitraum von 24 Monaten zu untersuchen.

Die Nullhypothesen dieser Studie lauten wie folgt:

1. Das Bulk-Fill-Material SonicFill zeigt nach 2 Jahren keine klinisch signifikanten Unterschiede in den einzelnen FDI-Kriterien gegenüber dem in Schichttechnik eingebrachten Premise.
2. Das selbstkonditionierende Adhäsivsystem Optibond XTR zeigt bei alleiniger Anwendung nach 2 Jahren vergleichbare klinische Ergebnisse wie in Verbindung mit einer zusätzlichen selektiven Phosphorsäurekonditionierung am Schmelz.

## **2 Literaturdiskussion**

### **2.1 Definitionen**

#### **2.1.1 Kunststoffe**

Die Kunststoffe, welche im dentalen Bereich zum Einsatz kommen, sind im Vergleich zu früheren Zeiten wesentlich diversifizierter und fast universell einsetzbar. Diese kommen unter anderem im prothetischen Bereich als Basismaterial für Prothesen, in gepresster Form als Prothesenzähne, sowie als Verblendkunststoffe für festsitzenden Zahnersatz zum Einsatz. Im konservierenden Bereich kommen diese fast ausschließlich als Füllungswerkstoff zur Anwendung.

#### **2.1.2 Komposite**

Der Begriff Komposit, welcher sich von dem lateinischen Wort componere (= zusammensetzen) bzw. compositum (= das Zusammengesetzte) ableitet stellt den Überbegriff der in der Zahnmedizin verwendeten Kunststoffe dar. Nach Hellwig et al. werden unter Kompositen zahnfarbene, plastische Füllungswerkstoffe verstanden, welche nach Einbringen in eine Kavität chemisch oder durch Energiezufuhr aushärten (9).

### **2.2 Dentale Komposite**

#### **2.2.1 Zusammensetzung und Eigenschaften der Komposite**

Die Hauptbestandteile dentaler Komposite sind die organische Matrix, die aus anorganischen Füllkörpern bestehende disperse Phase sowie die Verbundphase bestehend aus Silanen oder Kopolymeren (9).

##### **2.2.1.1 Organische Matrix**

Die organische Matrix, welche sich im Wesentlichen aus Monomeren, Initiatoren, Stabilisatoren und weiteren Zusatzstoffen zusammensetzt ist maßgeblich an der Umsetzung von einem plastischen zu einem festen Füllungsmaterial verantwortlich.

Die zum Einsatz kommenden Monomere sind meist mehrfunktionelle Methacrylate mit der vereinfachten Strukturformel MA-R-MA, wobei das R ein organisches Zwischenglied darstellt, welches wesentlich für die Eigenschaften des Komposits verantwortlich ist. Das wohl bekannteste hochmolekulare Monomer ist das von Bowen entwickelte Bis-GMA (*Bis-Phenol-A-Glycidyl-Methacrylat*). Aufgrund der rigiden Molekülstruktur und der daraus resultierenden hohen Viskosität des Bis-GMA ist die Zugabe von Verdünnermonomeren wie z.B. TEGDMA oder EGDMA erforderlich, um eine bessere Verarbeitbarkeit zu gewährleisten. Aus diesem Grund wird als Alternative das strukturell flexiblere UDMA (*Urethandimethacrylat*) verwendet, um die Viskosität des Monomers zu reduzieren (10).

#### 2.2.1.2 Füllkörper

Durch die Füllkörper werden die Verarbeitungseigenschaften der Komposite wesentlich beeinflusst. Dabei spielt die Größe der Füllerpartikel eine entscheidende Rolle wonach sich auch die Klassifikation der Komposite richtet. Eine übersichtlichere Darstellung der Entwicklung der Komposite nach ihrem Füllkörperanteil ist in Abbildung 1 gegeben.

Bei den sogenannten Makrofüllern handelt es sich um anorganische Partikel, die aus Quarz, Glas oder Keramik bestehen mit einer durchschnittlichen Größe zwischen 10 und 50  $\mu\text{m}$  und einem Füllstoffgehalt von ungefähr 75 Gewichtsprozent (Gew.-%). Durch die Beimischung von metallischen Elementen wie z.B. Barium oder Strontium wird eine Röntgenopazität erzielt. Außerdem liegt die Größe der Makrofüller über der des Lichts, wodurch diese für das menschliche Auge erkennbar sind (9). Konventionelle Komposite, welche hauptsächlich aus Makrofüllern bestehen, weisen eine schlechte Polierbarkeit auf, wodurch eine dauerhafte Oberflächenglätte fast unmöglich erscheint (11, 12). Außerdem waren aufgrund der großen Füllkörper die Abrasionserscheinungen enorm (12-14).

Aus diesem Grund wurden die sogenannten Mikrofüller entwickelt, die mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von 40 nm deutlich kleiner sind als die der Makrofüller. Reine Mikrofüller-Komposite zeigten eine gute Polierbarkeit, jedoch war aufgrund ihres niedrigen Füllergehalts, welcher bei ca. 35 Gew.-% lag, eine wesentlich höhere Volumenschumpfung festzustellen (12).

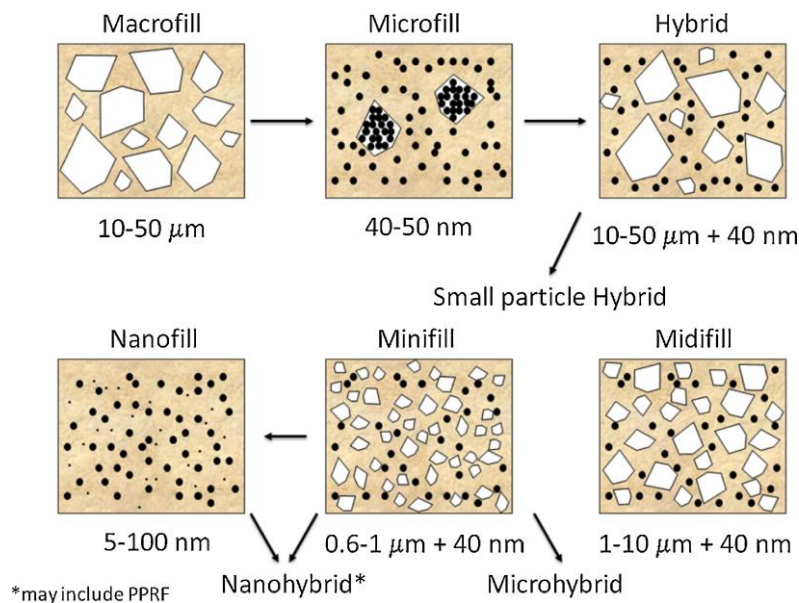
Daher musste ein Kompromiss zwischen konventionellen Makro- und Mikrofüllern gefunden werden. Dies gelang durch Beimengung von Präpolymerisaten (= *PPF*, *pre-polymerized fillers*), wodurch der niedrige Füllkörpergehalt der Mikrofüller-Komposite deutlich erhöht werden konnte, ohne dabei die Viskosität wesentlich zu erhöhen. Die durchschnittliche Größe dieser Präpolymerisate bzw. Splitterpolymerisate lag bei ca. 10-30  $\mu\text{m}$ .

Die Mikrofüller-Komposite konnten nun in die Kategorien homogene und heterogene Mikrofüller unterteilt werden.

Die homogenen Mikrofüller-Komposite setzen sich zusammen aus einer organischen Matrix und reinen Mikrofüllern, während die heterogenen Mikrofüller-Komposite aus einer organischen Matrix, Mikrofüllern sowie Präpolymerisaten bestehen (10, 11, 13). Das Problem der Mikrofüller-Komposite lag darin, dass der Verbund zwischen den Präpolymerisaten und der organischen Matrix nicht dauerhaft belastungsstabil war, wodurch es zur Entstehung von Rissen kam, welche unter größerer Belastung zum Bruch der Füllung führen konnte (10). Außerdem kam es trotz der Präpolymerisate zu einer erhöhten Polymerisationsschrumpfung, was zu einer geringeren Biegefestigkeit führte. Weitere Probleme waren die fehlende Röntgenopazität sowie eine erhöhte Wasseraufnahme (9).

Die Nachteile der oben genannten Komposite führten zur Entwicklung der sogenannten Hybridkomposite, welche eine Kombination aus diesen beiden Kompositen darstellte. Der Makrofülleranteil beträgt hierbei ca. 85-90 Gew.-% während der Mikrofülleranteil lediglich 10-15 Gew.-% ausmacht. Durch optimierte Verfahren im Bereich der Füllkörpertechnologie konnten die Hybridkomposite weiter differenziert werden, sodass Begriffe wie Feinpartikel-Hybridkomposit (mittlere Partikelgrößen von  $< 5 \mu\text{m}$ ), Feinstpartikel-Hybridkomposit (mittlere Partikelgrößen bis  $< 3 \mu\text{m}$ ) und Submikrometer-Hybridkomposit (mittlere Partikelgrößen von  $< 1 \mu\text{m}$ ) entstanden (9, 10).

Die Größe der Füllkörper ist entscheidend für die Oberflächenbeschaffenheit der Füllung.



**Abb. 1:** Die Entwicklung der Komposite nach ihrem Fülleranteil (nach Ferracane 2011)  
 Quelle: Ferracane et. al (11)

### 2.2.1.3 Verbundphase

Die Verbundphase bezeichnet den Verbund zwischen organischer Matrix und Füllkörpern, wobei im Wesentlichen Silane als Haftvermittler zum Einsatz kommen. Durch Oberflächenbeschichtung bzw. Silanisierung der anorganischen Füllkörper, welche eine vorwiegend hydrophile Oberfläche besitzen, kommt es dabei zu einer Hydrophobisierung, wodurch eine bessere Einbindung in die hydrophobe Matrix erfolgt. Bei dem am häufigsten zum Einsatz kommenden Silan handelt es sich um 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan. Durch diesen Vorgang werden mechanische Eigenschaften wie Biege- und Druckfestigkeit deutlich erhöht. Allerdings stellt der Verbund zwischen Matrix und Füllkörpern weiterhin eine Schwachstelle dar, da durch saure Hydrolyse der chemische Verbund gelöst werden kann und es somit zu einem Verlust von Füllkörpern kommt (9). Da bei der Polymerisation keine vollständige Konversion erfolgt und somit bis zu 50% Restdoppelbindungen verbleiben hat dies ein Restmonomergehalt zur Folge, wodurch ein allergisierendes Potenzial entsteht (9).

### 2.2.2 Nanofüllerkomposite

Bei den sogenannten Nanofüllerkompositen handelt es sich um eine innovative Weiterentwicklung der bereits existierenden Hybridkomposite, bei welchen durch Zugabe von Füllkörpern im Nanometerbereich (<100 nm) eine Optimierung der

mechanischen Eigenschaften zu beobachten war (15). Aufgrund eines Beschichtungsprozesses wurde erreicht, dass freie nicht agglomerierte Partikel besser in die Matrix eingebaut werden können (16, 17).

Im Vergleich zu den Glasfüllern von Hybridkompositen, die durch immer feinere Mahltechniken in ihrer Größe reduziert wurden, werden die Nanofüller zu sog. Clustern mit ähnlicher Größe (ca. 0,5 – 1,4 µm) zusammengebacken. Durch eine Silanisierung der Oberfläche wird eine Einbindung in die Matrix ermöglicht. Durch Abrasion konnte bei den klassischen Hybridkompositen Füllerpartikel aus der Matrix herausgelöst werden, wodurch eine etwas rauere Oberfläche entstand. Bei den Nanokompositen hingegen werden nicht ganze Cluster aus der Oberfläche herausgelöst, sondern nur einzelne Partikel, was zu einer glatteren Oberfläche führt (17, 18).

### **2.2.3 Bulk-Fill-Komposite**

Aufgrund der techniksensitiven und zeitaufwändigen Anwendung der bisherigen Komposite, welche in Inkrementen mit Schichtstärken von maximal 2-3 mm appliziert werden müssen, um eine optimale Durchhärtung des Materials zu gewährleisten, kam es zur Entwicklung der sogenannten Bulk-Fill-Komposite. Der Begriff Bulk-Fill bedeutet lediglich, dass eine große Menge (*engl. bulk= Masse, Großteil*) eines Materials appliziert werden kann. Hierbei können Inkremente von 4-5 mm in die Kavität eingebracht und adäquat ausgehärtet werden. Dies wurde durch eine Minimierung der Grenzfläche zwischen Füllkörpern und organischer Matrix erreicht, da hierdurch die Streuung des Lichts reduziert und die Transluzenz erhöht wurde (19, 20). Weitere zentrale Aspekte bei der Entwicklung waren die Reduktion der Polymerisationsschrumpfung des Komposits sowie die Optimierung des Polymerisationsstresses, da letzterer maßgeblich für die Entstehung von Randspalten verantwortlich ist. Es erfolgte eine Unterteilung der Bulk-Fill-Komposite in niedrig- und hochviskosen Materialien mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Bei niedrigviskosen Bulk-Fill-Kompositen ist aufgrund der höheren Transluzenz stets eine Deckschicht mit einem konventionellen Komposit erforderlich, während bei den hochviskosen Bulk-Fill-Kompositen die gesamte Kavität restauriert werden kann (9, 21-23). Außerdem weisen die niedrigviskosen Bulk-Fill-Komposite schlechtere mechanische Eigenschaften auf, wie z.B. ein geringeres Elastizitätsmodul oder eine geringere Härte, im Vergleich zu den hochviskosen Bulk-Fill-Kompositen oder konventionellen Nano- und Microhybrid-Kompositen (19, 24).



## **2.3 Adhäsive**

### **2.3.1 Definition**

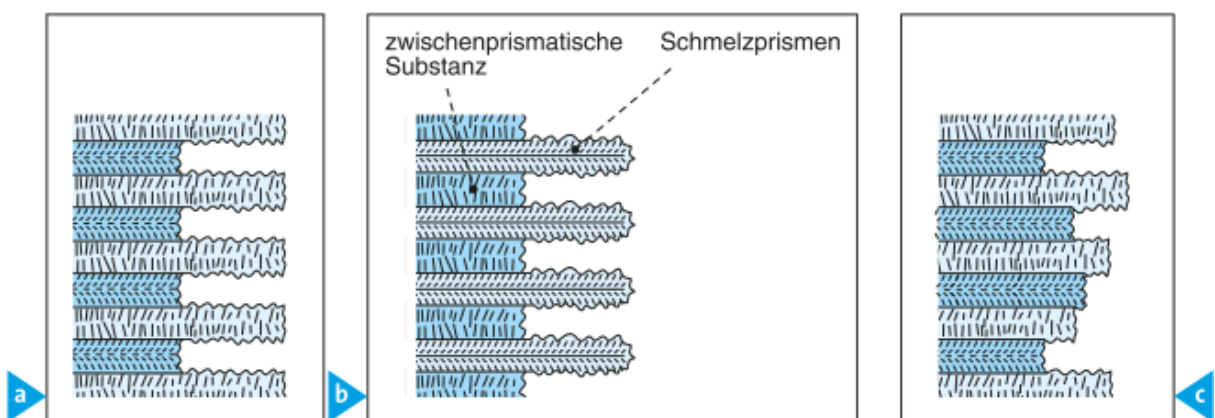
Unter dem Begriff Adhäsion (lat. adhaerere) versteht man die Haftung unterschiedlicher Substanzen, die sich in engem Kontakt zueinander befinden. Hierbei wird zwischen einem Adhärenden, der als feste aufnehmende Oberfläche fungiert und dem Adhäsiv, welches die flüssige penetrierende Phase darstellt, unterschieden (12). Die wesentlich beeinflussenden Faktoren stellen die Oberflächenstruktur des Substrats sowie die Viskosität des Adhäsivs dar. Je rauer bzw. poröser die Substratoberfläche, desto besser ist der mikroretentive Verbund bzw. desto größer die Substratoberfläche. Bei dem Adhäsiv gilt, je geringer die Viskosität, desto besser ist die Benetzbarkeit der Substratoberfläche. Physikalisch bedeutet dies, dass die Oberflächenenergie des Substrats größer sein sollte als die Oberflächenspannung des Adhäsivs. (21)

### **2.3.2 Schmelz**

Der Zahnschmelz (lat. Enamelum dentis) ist jene Substanz, welche die Zahnkrone bedeckt und ihr zugleich ihre Form und Gestalt gibt. Außerdem ist er die am stärksten mineralisierte Hartsubstanz des menschlichen Körpers (25). Mit einem sehr hohen anorganischen Anteil, welcher 95 Gew.-% ausmacht, liegt dieser in Form von Kristalliten aus Hydroxylapatit vor, welche vorwiegend aus Calcium und Phosphat bestehen. Die weiteren Bestandteile sind zum einen der organische Anteil mit 1 Gew.-% sowie der Wasseranteil mit 4 Gew.-%, wovon ein Viertel an den organischen Teil gebunden ist und der Rest die Kristallite umgibt. Durch eine Vereinigung der Kristallite kommt es zur Entstehung der sogenannten Schmelzprismen, in welchen sie in unterschiedlichen Winkeln zu deren Längsachse angeordnet sind. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ausrichtung der Kristalle resultiert eine unterschiedliche Säurelöslichkeit der Prismen, wodurch spezifische dreidimensionale Ätzmuster entstehen. (26)

### 2.3.3 Schmelz-Ätz-Technik

Der Begriff der Schmelz-Ätz-Technik wurde von Buonocore im Jahr 1955 durch seine wissenschaftliche Arbeit geprägt (12, 27). Durch Anwendung von 85%iger Phosphorsäure am Schmelz konnte er zeigen, dass hierdurch eine signifikant höhere Haftung von Kunststoff am Schmelz erzielt werden konnte. Durch die Ätzung wird eine optimale Oberflächenstruktur in Form eines mikroretentiven Reliefs erzeugt, wodurch das nachfolgend aufgetragene Adhäsiv besser eindringen und haften kann. Allerdings wurde die Konzentration der Orthophosphorsäure im Laufe der Zeit auf etwas mehr als die Hälfte reduziert. Eine Konzentration zwischen 35-40% hat sich als optimal erwiesen, da hierbei die höchste Menge an Calcium herausgelöst wird (28). Es konnte gezeigt werden, dass bei einer Phosphorsäureätzung mit Konzentrationen bis 40% ein Substanzverlust bis zu 12 µm entsteht (29). Aufgrund des unterschiedlichen Auflösungsverhaltens der Schmelzprismen sowie der Peripherie, können drei Ätztypen unterschieden werden, wie in Abb. 2 dargestellt (30). Bei Ätztyp I werden vorwiegend die zentralen Anteile der Schmelzprismen herausgelöst, während bei Ätztyp II die Peripherie bzw. die zwischenprismatische Substanz herausgelöst wird. Bei Ätztyp III handelt es sich um eine sogenannte Mischform der beiden zuvor genannten Typen, wobei hier das geringste retentive Oberflächenrelief entsteht (30). Ein weiterer Faktor, welcher die Schmelzhaftung wesentlich beeinflusst ist die Gestaltung der Präparationsränder. Die Schmelzrandanschragung soll bewirken, dass die Prismen quer zu ihrer Längsachse angeschnitten werden, wodurch das nachfolgend aufgetragene Adhäsiv nicht nur besser penetrieren kann sondern auch die Haftung deutlich gesteigert wird (31).



**Abb. 2:** Morphologie der Ätzmuster nach Schmelzconditionierung durch unterschiedliche Ausrichtung der Schmelzkristalle (nach Hellwig et. al) (9)

### 2.3.4 Dentinhaftung

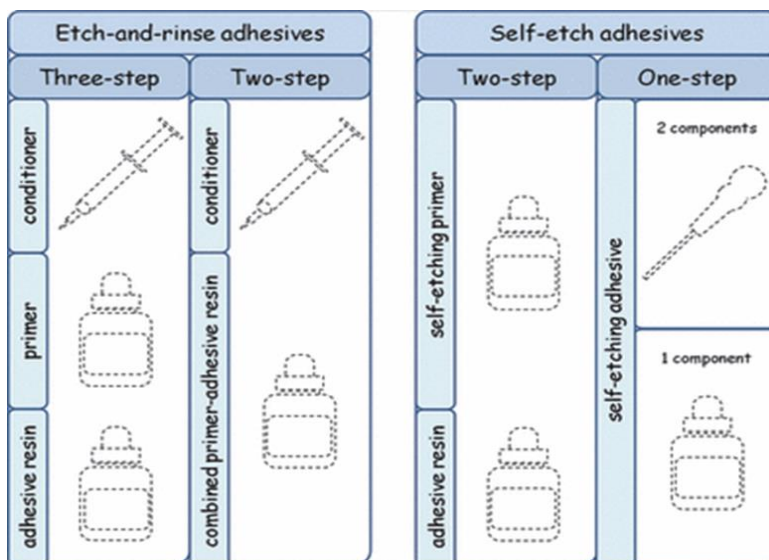
Da sich das Dentin in seiner Zusammensetzung wesentlich vom Schmelz unterscheidet, stellte dies eine erneute Herausforderung in der Adhäsivtechnik dar. Mit 70 Gew.-% anorganischen, 20 Gew.-% organischen Bestandteilen und 10 Gew.-% Wasser ist dies eindeutig ersichtlich. Dabei besteht der organische Anteil zum größten Teil aus Kollagen Typ I, wohingegen sich der anorganische Anteil wie auch im Schmelz aus Hydroxylapatitkristallen, welche jedoch wesentlich kleiner sind, zusammensetzt. Außerdem ist das Dentin von kleinen Kanälchen durchzogen, den sogenannten Dentintubuli, die von der Pulpa bis hin zur Schmelz-Zement-Grenze verlaufen. Innerhalb dieser befinden sich die Ausläufer der Odontoblastenfortsätze, welche von Dentinliquor umgeben sind (10, 25, 32). Aufgrund des Dentinliquors, der für die Feuchtigkeit des Dentins verantwortlich ist, besitzt dieses einen hydrophilen Charakter. Da das Adhäsiv jedoch einen hydrophoben Charakter aufweist, bestand das größte Problem der Adhäsivtechnik darin, ein geeignetes Bindemittel zu entwickeln, welches eine Anbindung an beide Komponenten zulässt (33). Ein weiteres Problem entstand durch die Präparation des Dentins in Form einer aufgelagerten ca. 1-2 µm dicken Schicht aus Hydroxylapatit- und Kollagenresten, der sog. Schmierschicht (engl.: smear layer) (33-35). Beim Eindringen von Anteilen dieser Schmierschicht in die Dentintubuli bilden sich sog. Schmierschichtzapfen (engl.: smear plugs) aus, die eine Tiefe von 1-10 µm erreichen können und somit eine Penetration des Adhäsivs verhindern, wodurch die Haftung deutlich reduziert wird (35, 36).

Aufgrund der aus Dentinabrieb, Speichelbestandteilen und weiteren Inhaltsstoffen bestehenden Schmierschicht resultierten diverse Ansätze, um eine adhäsive Anbindung an das Dentin zu gewährleisten. Ein Ansatz bestand darin, die Schmierschicht zu entfernen bzw. aufzulösen, jedoch nicht klassischerweise durch Konditionierung mit Phosphorsäure wie dies am Schmelz der Fall ist, da hierbei die Gefahr bestand die Pulpa irreversibel zu traumatisieren, sondern durch weniger aggressive Substanzen, wie z.B. EDTA (37). Allerdings war die selektive Konditionierung der beiden Hartsubstanzen schwer zu realisieren, wodurch es zur Einführung der Total-Etch-Technik kam, bei welcher gleichermaßen Schmelz und Dentin geätzt werden. Aufgrund von Anwendungsfehlern und postoperativen Hypersensitivitäten wurden Bondingsysteme entwickelt, die saure Monomere enthielten und somit konnte auf eine Entfernung der Säure wie bei der ursprünglichen Etch-and-rinse-Technik verzichtet werden. Aus diesen unterschiedlichen

Herangehensweisen und Weiterentwicklungen der Vorbehandlungsmethoden kam es zur Einteilung der Adhäsive in Generationen.

### 2.3.5 Einteilung der Adhäsive

Zu Beginn wurden die Adhäsive chronologisch nach den Zeitpunkten ihrer Markteinführung klassifiziert. Durch die stetige Weiterentwicklung und die dadurch entstandene enorme Vielfalt diverser Adhäsivsysteme erforderte dies eine neue Klassifikation, welche sich nach der Anzahl der Komponenten bzw. Arbeitsschritte richtete. Die folgenden Tabellen und Abbildungen sollen nur der Übersicht dienen.



**Abb. 3:** Klassifikation der Adhäsivsysteme nach Van Meerbeek et al. 2003  
Quelle: Cardoso et al. (38)

**Tab. 1:** Überblick der unterschiedlichen Arbeitsschritte von Adhäsivsystemen. Die Klassifizierung in Typ 1 bis 4 ist auf van Meerbeek zurückzuführen und die am meisten anerkannte Einteilung von Adhäsiven (nach Moritz et al., 2009) (39)

„Etch & Rinse“ Adhäsive mit Phosphorsäurekonditionierung		„Self Etch“ selbstkonditionierende Adhäsive	
Typ 1: 3./4. Generation 3-Schritt-Systeme	Typ 2: 5. Generation 2-Schritt-Systeme	Typ 3: 6. Generation 2-Schritt-Systeme	Typ 4: 6./7. Generation 1-Schritt-Systeme (auch Mehrfachapplikation)
1. Phosphorsäuregel	1. Phosphorsäuregel	-	-
2. Primer	2. „Einflaschen“-Adhäsiv	1. „Kondi“-Primer	„Einflaschen“-Adhäsiv (All-in-one oder Mischprodukte)
3. Bonding	-	2. Bonding	-

**Tab. 2:** Einteilung der Adhäsivsysteme nach Arbeitsschritten (Frankenberger 2013) (21)

1. Vier-Schritt-Selective-Etch			
Phosphorsäure	Primer 1	Primer 2	Bonding Agent
Nur Schmelz	Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin
Beispiel: Syntac (Etchant, Primer, Adhesive (2. Primer), Heliobond)			
2. Drei-Schritt-Selective-Etch			
Phosphorsäure	Primer 1	Primer 2	Bonding Agent
Nur Schmelz	Mischen und applizieren: Schmelz/Dentin		Schmelz/Dentin
Beispiel: A.R.T. Bond (Etchant, Primer, A+B, Bond)			
3. Vier-Schritt-Etch-and-rinse			
Phosphorsäure	Primer 1	Primer 2	Bonding Agent
Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin
Beispiel: Syntac (Etchant, Primer, Adhesive (2. Primer), Heliobond)			
4. Drei-Schritt-Etch-and-rinse			
Phosphorsäure	Primer 1	Primer 2	Bonding Agent
Schmelz/Dentin	Mischen und applizieren: Schmelz/Dentin		Schmelz/Dentin
Beispiel: A.R.T. Bond (Etchant, Primer A+B, Bond)			
Phosphorsäure	Primer		Bonding Agent
Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin		Schmelz/Dentin
Beispiele: Adper Scotchbond Multi-Purpose, All-Bond 2, Gluma Solid Bond, Opti Bond FL			
5. Zwei-Schritt-Etch-and-rinse			
Phosphorsäure	Primer+Bond		
Schmelz/Dentin	Schmelz/Dentin		
Beispiele: Prime&Bond NT, Adper Scotchbond 1, Gluma Comfort Bond, One-Step, Solobond M, Admira Bond, One Coat Bond, Excite			
6. Zwei-Schritt-Self-Etch			
Phosphorsäure	Primer		Bonding Agent
-	Schmelz/Dentin		Schmelz/Dentin
Beispiele: Hydrophobes Bond: Adhese, Clearfil SE, Clearfil Protect Bond, Resulcin Aquaprime+Monobond, One Coat SE Bond. Hydrophiles Bond: Opti Bond Solo Plus SE, NRC+Prime&Bond NT			
7. Ein-Schritt-Self-Etch (Mischpräparate)			
Phosphorsäure	Etchant+Primer+Bond		
-	Schmelz/Dentin		
Beispiele: Adper Prompt, Xeno III, Etch&Prime 3,0, One Up Bond F, AdheSE, Futurabond NR			
8. Ein-Schritt-Self-Etch (Einflaschenpräparate)			
Phosphorsäure	Etchant+Primer+Bond		
-	Schmelz/Dentin		
Beispiele: iBond, Brush&Bond, G-Bond, Clearfil S3 Bond, AdheSE One			

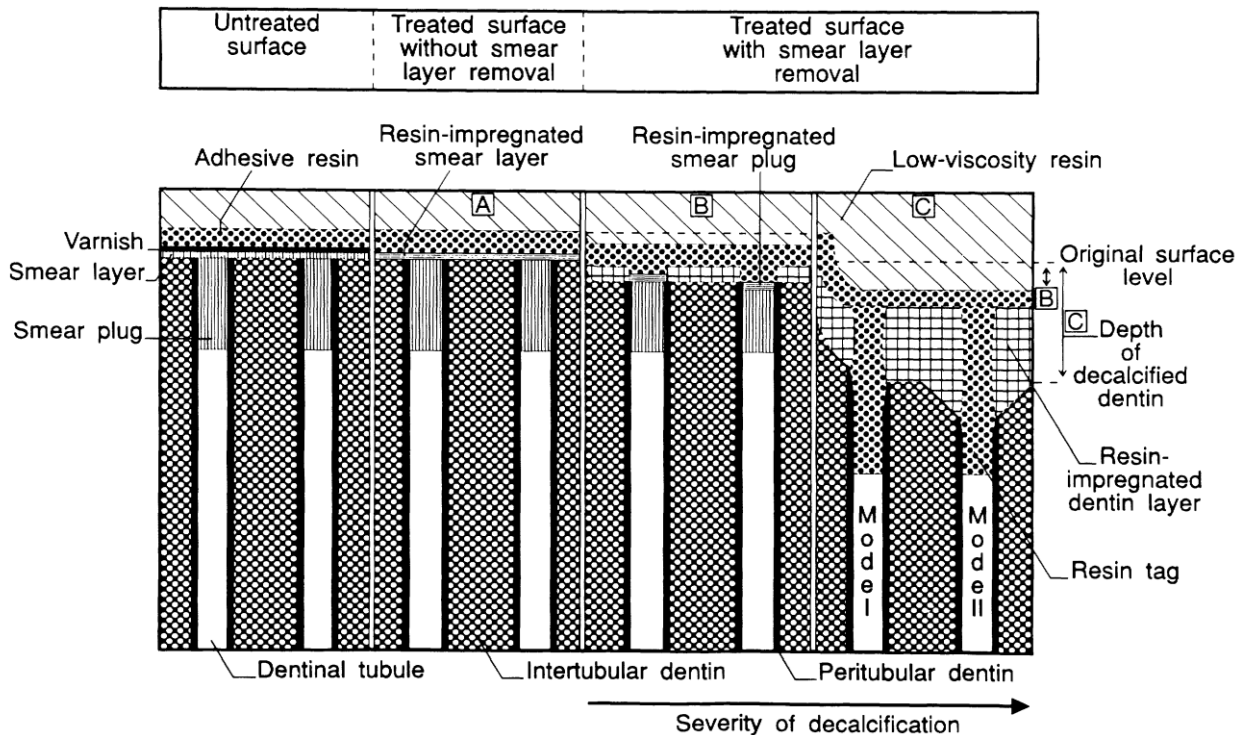
Bei der *ersten Generation*, die vornehmlich durch Buonocore geprägt wurde, konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz eines Adhäsivs mit dem Bestandteil Glycerophosphorsäure-Dimethacrylat eine Bindung am zuvor geätzten Dentin etabliert werden konnte (40). Diese Bindung war allerdings rein mikromechanisch, da das Kollagen mit seinem hydrophilen Charakter keine Bindung zu dem Adhäsiv eingehen konnte, sondern nur retentiv als sog. Kunststoffzapfen „Tags“ in den ausgelösten Dentintubuli verankert war (41). Erst Bowen konnte die Bindung zur Dentinoberfläche verbessern, indem er dem Adhäsiv das bifunktionelle Molekül NPGGMA (N-Phenyl-

glycin-glycidyl-methacrylat) beimengte, welches sowohl eine Bindung zum hydrophilen Dentin als auch zum hydrophoben Kunststoff eingehen konnte (42). Allerdings wurden bei diesen Systemen nur Haftwerte von 1-3 MPa erreicht, wodurch diese für einen dauerhaften klinischen Gebrauch inakzeptabel erschienen (40).

Bei der *zweiten Generation* wurde im Wesentlichen die Schmierschicht erhalten bzw. modifiziert. Dies gelang durch die Entwicklung von Substanzen wie hydrophobe organische Phosphatester, bis-GMA oder HEMA, welche eine bessere Infiltration in die Oberfläche als auch eine Verstärkung der Schmierschicht auf dem Dentin gewährleisten (43, 44). Da diese Adhäsive jedoch keine direkte Bindung zum Dentin sondern nur zur Schmierschicht herstellen konnten, stellte das Problem dieser Generation die zu geringen kohäsiven Haftwerte der Schmierschicht zum Dentin dar, welche lediglich 5-6 MPa betragen (45, 46). Durch die Hydrolyse der Esterbindungen, welche durch die Kontamination mit Speichel oder durch die Feuchtigkeit des Dentins selbst verursacht wurde, konnte es zu Microleakages kommen die zu Pulpairritationen führten (40, 44).

In der *dritten Generation*, welche den Durchbruch im Bereich der Adhäsive brachte, wurde die Schmierschicht modifiziert oder partiell entfernt (47). Außerdem zeichnete sich diese Generation durch den systematischen Einsatz mehrerer Komponenten aus, wodurch es auch zur Begriffsprägung der Dentinhaftvermittlersysteme kam. Diese Systeme bestanden aus einem Konditionierer, einem Primer sowie dem Dentinadhäsiv selbst. Bei dem Konditionierer handelte es sich meist um eine Säure (Phosphorsäure, Maleinsäure), welche selektiv auf die Schmelzanteile aufgetragen und anschließend abgesprüht wurden. Der Primer hingegen enthält ein hydrophiles Monomer wie z.B. Hydroxyethylmethacrylat (HEMA), Hydroxypropylmethacrylat (HPMA) oder Biphenyldimethacrylat (BPDM), welches sich in einem Lösungsmittel wie z.B. Wasser, Ethanol oder Aceton befindet, sowie eine milde Säure (z.B. Maleinsäure) zur Konditionierung des Dentins. Bei dem Adhäsiv bzw. Bonding handelt es sich um eine gefüllte oder ungefüllte Lösung mit vorwiegend hydrophoben Monomeren, welche frei von Lösungsmitteln ist (40). Teilweise war sogar ein zusätzliches Schmelzbonding notwendig. Aufgrund der zahlreichen Anwendungsschritte und der damit verbundenen Techniksensitivität kam es zur Entwicklung neuer Verfahren mit vereinfachter Anwendungsweise. Vor allem deshalb, weil die selektive Schmelzätzung in

Abhängigkeit der Läsionsgröße sich als sehr schwierig bis teilweise unmöglich gestaltete (9).



**Abb. 4:** Schematische Darstellung der morphologischen Struktur des Dentins durch Interaktionen mit verschiedenen Adhäsivsystemen (nach Van Meerbeek et al. 1992) (47)

Bei der *vierten Generation bzw. Typ 1* der aktuelleren Einteilung, welche auch als Total-Etch bzw. Etch & Rinse-Technik bekannt ist, versuchte man die komplizierte Anwendung der dritten Generation zu vereinfachen. Hierbei wird sowohl Schmelz als auch Dentin simultan mit 30-40%iger Phosphorsäure für 10 – 15 s geätzt und anschließend mit Wasser gründlich abgespült, wodurch die Schmierschicht sowie gelöste anorganische Anteile entfernt werden (41). Es kommt zur Demineralisierung des Dentins von ca. 2-4  $\mu\text{m}$  und somit zur Freilegung des Kollagens (48). Um ein Kollabieren des Kollagennetzwerkes zu vermeiden ist darauf zu achten, dass das Dentin nicht übertrocknet wird (40). Bei Azetonhaltigen Systemen ist es sogar erforderlich, dass das Dentin feucht belassen wird. Man spricht dabei auch vom „wet-bonding bzw. moist-bonding“ (49). Im Anschluss kommt es zum Auftragen eines hydrophilen Primers, der in das freiliegende Kollagennetzwerk infiltriert, das interfibrilläre Wasser durch seinen Gehalt an organischen Lösungsmitteln verdrängt

und diese Räume mit amphiphilen Monomeren auffüllen kann (50). Dadurch kommt es zu einer Stabilisierung des Kollagennetzwerkes. Als wesentlicher Vertreter der Primer-Monomere kam HEMA zum Einsatz (9, 51). Anschließend kommt es zum Auftragen des Adhäsivs, welches mit seinen überwiegend hydrophoben Monomeren an den hydrophoben Enden der Primer-Monomere ansetzt und die Kollagenfibrillen imprägniert. Diese Verbundzone, bestehend aus Monomeren und Zahngewebe, wird auch als Hybridschicht bezeichnet (engl. hybrid layer) (41). Außerdem kommt es zum Einfließen des Adhäsivs in eröffnete Tubuli und zur Ausbildung der Kunststofftags wie dies bereits bei vorherigen Generationen zu beobachten war (40). Wesentliche Vertreter die bis heute den Goldstandard im Bereich der Adhäsivsysteme darstellen sind *OptiBond FL (Kerr)*, *Adper Scotchbond Multipurpose (3M Espe)*, *Gluma Solid Bond (Heraeus Kulzer)* und *Syntac Classic (Ivoclar Vivadent)*.

Die *fünfte Generation bzw. Typ II* bestand aus zwei unterschiedlichen Materialien. Zum einen gab es die sog. „One-bottle-systems“, wobei Primer und Bonding in einem Fläschchen zusammengefasst sind und eine Vereinfachung der Anwendung darstellen sollte. Dennoch war die Konditionierung der Zahnoberfläche mit Phosphorsäure notwendig. Zum anderen gab es die sog. „Self-etching primer“, bei welchen der Konditionierungsschritt mit Phosphorsäure entfällt. Durch Zugabe saurer Monomere bzw. organischen Säuren konnte eine gleichzeitige Ätzung von Schmelz und Dentin erreicht werden, ohne diese im Anschluss entfernen zu müssen. Anschließend erfolgte die Applikation des Adhäsivs. Allerdings war die Haftkraft geringer als bei Vertretern der vierten Generation. Vertreter dieser Generation waren *Prime&Bond NT (Dentsply)*, *Adper Scotchbond 1 (3M Espe)* und *OptiBond Solo (Kerr)*. (40, 52, 53)

Bei der *sechsten Generation* handelt es sich um selbstkonditionierende, sowie selbstprimende Adhäsive. Hierbei wird auf eine Phosphorsäureätzung, wie dies bei früheren Generationen der Fall war, vollständig verzichtet (54). Es kommen zwei Flaschen zum Einsatz. In der ersten Flasche sind eine Säure und ein Primer kombiniert, wodurch ein Entfernen dieser nicht nötig ist und somit ein Kollabieren des Kollagennetzwerkes vermieden wird. In der zweiten Flasche befindet sich lediglich das Adhäsiv (9, 55). Ein Vorteil dieser Generation war die anwenderfreundlichere und weniger techniksensitive Handhabung im Vergleich zur Total-Etch-Technik, allerdings



konnte die Verbundqualität nicht mit der der Phosphorsäurekonditionierung verglichen werden (37, 40). Vertreter dieser Generation sind z.B. *Futurabond (Voco)*.

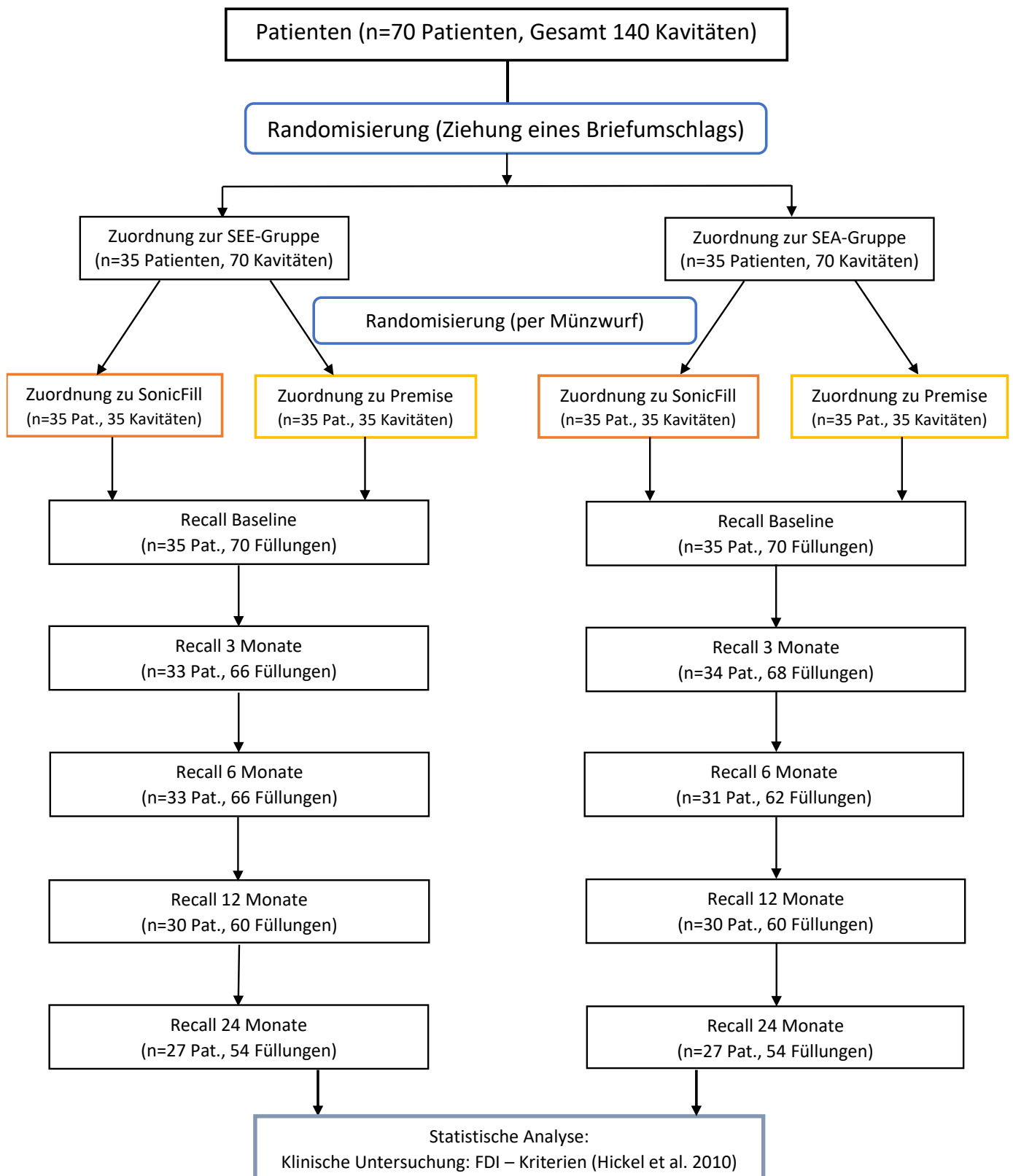
Die *siebte Generation* ist im Wesentlichen eine Weiterentwicklung der sechsten Generation, da hierbei die zuvor verwendeten zwei Flaschen (1. Primer – 2. Adhäsiv) in einer Flasche zu den sog. „One-Bottle-Adhäsiven“ zusammengefasst wurden. Ein häufiges Problem dieser Adhäsive stellt das Penetrationsverhalten dar, da aufgrund der meist milden Säure das Relief der Ätzung im Vergleich zu Phosphorsäure wesentlich weniger stark ausgeprägt ist und die Schmierschicht erhalten bleibt (56, 57). Außerdem enthalten diese One-Bottle-Systeme einen größeren Säure- sowie Wasseranteil als Primer von zwei-Flaschen-Systemen. Aufgrund ihrer Hydrophilie ziehen diese auch Wasser aus dem umliegenden Dentin an, wodurch die langfristige Haftkraft bzw. Stabilität nicht abschließend geklärt ist (58, 59).

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Patientengut

Im Zeitraum von Anfang Oktober 2011 bis Mitte August 2012 wurden bei 70 Patienten der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz insgesamt 140 Kompositfüllungen der Black-Klasse II mit zwei verschiedenen Kompositmaterialien im Seitenzahnbereich gelegt. Die Studie wurde als Split-Mouth-Design angelegt und durch die Ethikkommission des Bundeslandes Rheinland-Pfalz genehmigt.

Um eine Randomisierung zu erreichen wurden die 70 Patienten in zwei Gruppen zu je 35 Patienten geteilt, bei welchen durch Ziehung eines unbeschrifteten Briefumschlags vor Behandlungsbeginn die Vorbehandlungsmethode festgelegt wurde. Dabei kam das selbstkonditionierende Zweikomponenten-Adhäsivsystem *Optibond™XTR* (Kerr) entweder rein selbstkonditionierend nach Herstellerangaben oder nach vorheriger selektiver Schmelzkonditionierung mit Phosphorsäure zum Einsatz. Des Weiteren wurde die Auswahl für das Komposit bezogen auf den jeweiligen Zahn per Münzwurf entschieden. Hierbei wurde entweder das Nanohybrid-Komposit *SonicFill* (Kerr) oder das Nano-Hybridkomposit *Premise* (Kerr) verwendet. Als Studienzähne wurden Prämolaren mit zwei- bis dreiflächigen Kavitäten und Molaren mit zwei- bis vierflächigen Kavitäten eingeschlossen. Alle 140 Restaurationen wurden in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz von 10 erfahrenen Zahnärzten gelegt, welche alle demselben Procedere folgten. Jeder Patient war verpflichtet, eine schriftliche Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie zu unterzeichnen. Die Voraussetzung zur Aufnahme des Patienten in die Studie war, dass es dem Patienten möglich war, zu den Nachuntersuchungsterminen in einem Abstand von 3, 6, 12 und 24 Monaten zu erscheinen. Indikationen für das Legen der Füllungen mit dem Seitenzahnkomposit waren Primärkaries oder die Erneuerung einer existierenden insuffizienten Restauration im Seitenzahnbereich.



**Abb. 5:** Flussdiagramm der Patientenaufteilung bzw. Randomisierung der Kavitäten auf die Vorbehandlungsmethode bzw. Kompositmaterialien; Quelle: Ernst et al.

## 3.2 Verwendete Materialien

### 3.2.1 Optibond™XTR

Bei dem Adhäsivsystem Optibond XTR handelt es sich um ein zwei-Schritt selbstkonditionierendes Adhäsivsystem.

**Tab. 3:** Zusammensetzung von Optibond XTR laut Herstellerangaben

	<u>Inhaltsstoffe</u>
<u>Primer:</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Azeton (25-30%)</li><li>• Ethylalkohol (4-15%)</li><li>• Hydroxyethylmethacrylat</li></ul>
<u>Adhäsiv:</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ethylalkohol (20-30%)</li><li>• Alkyldimethacrylat-Harz (47-68%)</li><li>• Bariumaluminoborosilikatglas (5-15%)</li><li>• Siliziumdioxid (3-10%)</li><li>• Natriumhexafluorosilikat (0.5-3%)</li></ul>

**Tab. 4:** Verarbeitungsanleitung für OptiBond XTR laut Herstellerangaben (Kerr)

<b>Verarbeitung von OptiBond XTR</b>
<u>Primer:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• mit Einwegapplikatorpinsel auf Schmelz-/Dentinoberfläche auftragen und 20 s einmassieren</li><li>• mit mittlerem Luftstrom für 5 s verblasen bzw. ausdünnen</li></ul>
<u>Adhäsiv:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Flasche kurz schütteln</li><li>• mit Einwegapplikatorpinsel unter leichten Streichbewegungen 15 s auftragen</li><li>• mit sanftem Luftstrom 5 s ausdünnen</li><li>• 10 s lichthärten</li></ul>

### 3.2.2 Premise

Bei dem Komposit Premise (Kerr) handelt es sich um ein Nano-Hybridkomposit. Dabei gilt wie bei den meisten stopfbaren Nanokompositen eine Applikation der Inkremente in Schichten von max. 2 mm um eine optimale Durchdringungstiefe des Lichts zur Polymerisation zu gewährleisten und die Polymerisationsschrumpfung zu minimieren. Jede Fläche des Inkrements muss für 40s polymerisiert werden. In Tab. 3 ist die Zusammensetzung nach Herstellerangaben aufgeführt.

### 3.2.3 SonicFill

Bei dem Komposit SonicFill (Kerr) handelt es sich um ein modellierbares Bulk-Fill Nano-Hybridkomposit. Als Besonderheit zu anderen Bulk-Fill-Kompositen gilt es hier zu erwähnen, dass dieses mit einem speziellen schallbetriebenen Handstück appliziert wird. Durch die Schallaktivierung kommt es zu einem sog. Thixotropie-Effekt, was zu einer temporären Reduktion der Viskosität von modellierbar nach fließfähig führt und somit aufgrund des besseren Fließverhaltens zu einer besseren Oberflächenadaptation kommt. Laut Herstellerangaben ist das Einbringen von Inkrementen von bis zu 5 mm zulässig. Außerdem ist eine Decksschicht mit konventionellen Kompositen, wie dies bei anderen Bulk-Fill-Kompositen der Fall ist, hier nicht notwendig.



**Abb. 7:** SonicFill – Handstück (KaVo Kerr)



**Abb. 6:** Einmal-Applikationskapseln

**Tab. 5:** Zusammensetzung der Komposite *Premise* (Kerr) und *SonicFill* (Kerr) laut Herstellerangaben

<b>Material</b>	<b><i>Premise</i></b>	<b><i>SonicFill</i></b>
<b>Hersteller</b>	Kerr, Orange, CA, USA	Kerr, Orange, CA, USA
<b>Füllerzusammensetzung (Art und Größe der Füller)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barium-Glasfüller: Ø 0,4 µm</li> <li>• SiO<sub>2</sub>-Nanofüller durchschnittl. 0,02 µm</li> <li>• Vorpolymerisierte Füller (Kombination aus gering-schrumpfendem Resin, Bariumglas und nicht-klumpenden Nanofüllern) 30-50 µm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SiO<sub>2</sub>-Nanofüller</li> <li>• Dentale Glasfüller</li> <li>• Oxide</li> <li>• Chemikalien</li> </ul>
<b>Füllergehalt (Gew.-%)</b>	84	83,5
<b>Füllergehalt (Vol.-%)</b>	71,2	69
<b>Matrixzusammensetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EBADMA</li> <li>• TEGDMA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis-EMA</li> <li>• TEGDMA</li> <li>• BISGMA</li> </ul>

### 3.3 Präparation und Füllungstechnik

Die Ausgangssituation der zu versorgenden Zähne wurde von okklusal fotografiert. In der klinischen Vorgehensweise wurden zunächst Primärkaries oder insuffiziente Restaurationen mit eventuell vorhandener Sekundärkaries vollständig exkaviert. Die Kontrolle erfolgte nach klinischen Gesichtspunkten: sondenhartes Dentin, keine verbliebenen Verfärbungen. Ferner wurde eine Klasse-II Kavität nach Vorgaben zur Aufnahme einer Kompositfüllung mittels Diamantschleifkörpern (Körnungen 80 und 30 µm; 120.000 rpm) unter konstanter Wasserkühlung präpariert. Es wurden keine zusätzlichen Unterschnitte oder „extension for prevention“ (Black) angelegt. Abschließend wurde eine Ansträgung des Schmelzrandes vorgenommen.

Anschließend wurde die präparierte und isolierte Kavität von okklusal fotografiert.

Caries profunda – Behandlungen mit Kalziumhydroxid-Materialien (z.B. Kerr Life o.ä.) oder direkte Überkappungen durften nicht vorgenommen werden. Hätte sich der Behandler zugunsten einer Unterfüllung entschieden, hätte die Restauration nicht in die Studie aufgenommen werden dürfen.

Außerdem war die Verwendung von Kofferdamspanngummi für alle Füllungen zwingend vorgeschrieben.

Darauf wurde nach vorheriger randomisierter Zuordnung entweder eine selektive Schmelzätzung mit 37,5%igem Phosphorsäureätzgel (*Kerr*) (Abb. 8) vorgenommen oder es erfolgte die alleinige Konditionierung (Abb. 9) mit dem in beiden Fällen zum Einsatz kommenden selbstkonditionierenden Zweikomponenten-Adhäsivsystem *Optibond™XTR* (*Kerr*).

Je eine der zwei vergleichbaren Kavitäten wurde mit *SonicFill* (*Kerr*), die andere mit *Premise* (*Kerr*) nach individueller Farbbestimmung am Patienten versorgt. Die Restaurationsmaterialien wurden den Kavitäten randomisiert zugeordnet. Die Zuteilung des Restaurationsmaterials erfolgte nach dem Zufallsprinzip. Benötigte ein Patient mehr als zwei Restaurationen im vorgeschriebenen Indikationsgebiet, wurden ihm/ihr ebenfalls die Materialien zufällig zugeteilt. Generell konnten durchaus mehrere „Füllungspaare“ bei einem Patienten gelegt werden. Das Adhäsiv und das Füllungsmaterial waren vom Hersteller für die geplante Anwendung in Klasse II-Kavitäten freigegeben. Alle Produkte sind CE zertifiziert.

Im Anschluss erfolgte die Polymerisation mit dem *Demi Plus* (*Kerr*) für 20 Sekunden pro Schicht bzw. Inkrement. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass bei dem Komposit *Premise* die Schichtstärke je Inkrement maximal 2mm betragen darf wohingegen das Komposit *SonicFill* eine Schichtstärke je Inkrement von 5mm erlaubt.

Die Ausarbeitung erfolgte mit Diamanten der Körnung 30 µm oder Hartmetallfinierern. Für die Politur kamen *OptiDisc™* (*Kerr*), *HiLuster Plus* (*Kerr*) und *Occlubrush* (*Kerr*) zum Einsatz.

## Vorgehen bei der klinischen Nachuntersuchung

Im Anschluss an die Ausarbeitung und Politur der Füllung wurde diese zur Fotodokumentation per Luftpuster getrocknet und fotografiert. Anschließend erfolgte unter Nutzung einer zahnärztlichen Sonde, eines Spiegels sowie einer Lupenbrille die klinische Beurteilung durch die Nachuntersucher. Dabei wurden die Restaurationen nach allen 16 FDI-Kriterien beurteilt und im Evaluierungsbogen dokumentiert. Für die Kriterien A1, A2, A3, A4, B5, B6, B7, B8, B9, C12, C13, C14, C15 wurde eine visuelle sowie taktile Beurteilung durchgeführt.

Die Sensibilität (C11) wurde mittels Kältetest (Coolan – Voco) kontrolliert.

Für die Kriterien B10, C11, C16 war die subjektive Einschätzung hinsichtlich postoperativer Beschwerden sowie Beschwerden auf thermische, physikalische oder chemische Reize von den Patienten zu erfragen.



**Abb. 8:** Klinisches Procedere bei SEE;  
Quelle: Ernst et al.



**Abb. 9:** Klinisches Procedere bei SEA;  
Quelle: Ernst et al.



### 3.4 Klinische Bewertung auf Dokumentationsbögen nach den FDI- bzw. Hickel – Kriterien

Im Anschluss an die Insertion der Füllungen wurde die Baseline-Untersuchung durch zwei nicht in die Füllungstherapie involvierte Behandler durchgeführt und anhand der FDI- bzw. Hickel-Kriterien evaluiert. Diese Evaluation erfolgte zu den Zeitpunkten 3, 6, 12 und 24 Monate. Gemäß dem Fall, dass es zu keiner Übereinstimmung der Bewertung der Nachuntersucher kam, sollte die Füllung erneut nachuntersucht und ein Konsens gefunden werden. Bei jeder Nachuntersuchung wurden die für diese Studie entworfenen Evaluierungsbögen verwendet und anhand der unten aufgeführten Kriterien bewertet.

**Tab. 6:** FDI-Kriterien, welche zur Anwendung kamen (deutsche Übersetzung und detaillierte Auflistung); Quelle: Hickel et al. (60, 61)

A		Ästhetische Eigenschaften
A1		Oberflächenglanz
	Score	Beschreibung
	1	Oberflächenglanz mit Schmelz vergleichbar
	2	(1) Leicht matte Oberfläche, jedoch nicht sichtbar innerhalb des Sprechabstandes (60-100 cm) (2) Einige isolierte Poren
	3	(1) Matte Oberfläche, aber akzeptabel bei Speichelbenetzung (2) Mehrere Porositäten auf mehr als 1/3 der Oberfläche
	4	(1) Raue Oberfläche, wird nicht durch Speichelbenetzung kaschiert, Politur nicht ausreichend. Weitergehende Maßnahmen erforderlich (2) Hohlräume, Blasen
	5	sehr raue Oberfläche; inakzeptable plaqueretentive Oberfläche

<b>A2</b>		<b>Oberflächenverfärbung</b>
Score	Beschreibung	
1	(1) Keine Oberflächenverfärbungen (2) Keine Verfärbungen am Restaurationsrand	
2	(1) Geringfügige Oberflächenverfärbungen, durch Politur leicht zu entfernen (2) Geringfügige Randverfärbungen, durch Politur leicht zu entfernen	
3	(1) Mäßige Oberflächenverfärbungen, auch an anderen Zähnen, ästhetisch akzeptabel (2) Mäßige Randverfärbungen, auch an anderen Zähnen, ästhetisch akzeptabel	
4	(1) Oberflächenverfärbungen vorhanden und inakzeptabel; umfangreichere Maßnahmen zur Verbesserung erforderlich (2) Randverfärbungen vorhanden und inakzeptabel; umfangreichere Maßnahmen zur Verbesserung erforderlich	
5	(1) Starke Verfärbungen auf und/oder unter der Oberfläche (generalisiert oder lokal); für verbessernde Maßnahmen nicht zugänglich (2) Tiefe Randverfärbungen; für verbessernde Maßnahmen nicht zugänglich	

<b>A3</b>		<b>Farbstabilität und Transluzenz</b>
Score	Beschreibung	
1	Gute Farbpassung. Kein Unterschied in Farbe und/oder Transluzenz	
2	Geringfügige Abweichungen in Farbe und/oder Transluzenz	
3	Deutliche, aber akzeptable Abweichungen. Beeinflusst nicht die Ästhetik (1) opaker (2) transluzenter (3) dunkler (4) heller	
4	Deutliche, nicht akzeptable Abweichungen an einzelnen Stellen, die aber korrigiert werden können (1) zu opak (2) zu transluzent (3) zu dunkel (4) zu hell	
5	Inakzeptabel. Austausch erforderlich.	

<b>A4</b>		<b>Anatomische Form</b>
Score	Beschreibung	
1	Ideale Form	
2	Leichte Formabweichungen von der Norm	
3	Form weicht von der Norm ab, ist aber ästhetisch akzeptabel	
4	Form ist beeinträchtigt und ästhetisch inakzeptabel. Behandlung (Korrektur) erforderlich.	
5	Form ist unbefriedigend und/oder verloren. Korrektur nicht machbar bzw. sinnvoll, Austausch erforderlich.	

<b>B</b>	<b>Funktionelle Eigenschaften</b>
----------	-----------------------------------

<b>B5</b>	<b>Frakturen und Retention</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Keine Frakturen / Risse
	2	Kleine Haarrisse
	3	Zwei oder mehrere oder größere Haarrisse und/oder Abplatzungen (die nicht die Randdichtigkeit oder den Approximalkontakt beeinträchtigen)
	4	(1) Abplatzungen, die den Randschluss oder den Approximalkontakt beschädigen; Frakturen mit oder ohne partiellem Verlust (weniger als die Hälfte der Restauration) (2) Fraktur mit Verlust < Hälfte der Restauration.
	5	(Partieller oder vollständiger) Verlust der Restauration

<b>B6</b>	<b>Randschluss</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Harmonische Kontur, keine Spalten, keine Randverfärbungen oder weißen Randlinien
	2	(1) Randspalt (< 150 µm), weiße Randlinien (2) Kleine marginale Randausbrüche, durch Politur auszugleichen (3) Leichte Rillen- /Stufenbildung, Überhänge, kleinere Irregularitäten
	3	(1) Spalt < 250 µm, nicht auszugleichen (2) Mehrere kleine Randfrakturen (3) Umfangreichere Irregularitäten, Rillen- /Stufenbildungen, Überhänge
	4	(1) Spalt > 250 µm oder Dentin/Unterfüllung exponiert (2) Bedeutsame Rillen oder Randfrakturen (3) Größere Irregularitäten oder Stufenbildungen; nicht reparabel
	5	(1) Füllung ist in Teilen oder in toto gelockert, aber in situ (2) Generalisierte große Spalten oder Irregularitäten

<b>B7</b>	<b>Okklusale Kontur und Abrasion</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Physiologische Abrasion gleichwertig zu der des Schmelzes
	2	Normale Abrasion mit nur leichtem Unterschied zu der des Schmelzes
	3	Unterschiedliche Abrasionsrate im Vergleich zum Schmelz aber innerhalb der biologischen Schwankungen
	4	Abrasion übersteigt beträchtlich die normale Schmelzabrasion; okklusale Kontaktpunkte nicht mehr vorhanden
	5	Übermäßige Abrasion

<b>B8</b>	<b>Approximale anatomische Form</b>	
	a) Kontaktpunkt b) Kontaktfläche	
	Score	Beschreibung
	1	(a) Normaler Kontaktpunkt (Zahnseide oder Metallstreifen mit 25 µm Dicke können inseriert werden) (b) normale Kontur
	2	(a) Kontaktpunkt etwas zu stark, aber ohne Nachteil (Zahnseide oder Metallstreifen mit 25 µm Dicke können mit Druck passieren) (b) Leichte Defizite der Kontur
	3	(a) Kontaktpunkt etwas zu schwach, aber keine Anzeichen für Schäden an Zahn, Gingiva oder parodontalen Strukturen; Metallstreifen mit 50 µm Dicke kann leicht inseriert werden (b) Sichtbare Defizite der Kontur
	4	(a) Kontaktpunkt eindeutig zu schwach. Schäden durch Impaktion von Speiseresten möglich. Metallstreifen von 100 µm Dicke kann inseriert werden (b) Unpassende Kontur; Reparatur möglich
	5	(a) Kontaktpunkt eindeutig zu schwach und/oder deutlich erkennbarer Schaden durch Impaktion von Speiseresten. und/oder Schmerzen/Gingivitis (b) Insuffiziente Kontur; Austausch erforderlich

<b>B9</b>	<b>Radiologische Untersuchung</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Kein pathologischer Befund, harmonischer Übergang zwischen Restauration und Zahn
	2	(1) Akzeptabler Materialüberschuss vorhanden (2) positive/negative marginale Stufe vorhanden < 150 µm
	3	(1) Randspalt < 250 µm (2) Negative marginale Stufen sichtbar < 250 µm (3) Mangelhafte Radioopazität des Füllungsmaterials. Keine Nebenwirkungen erkennbar.
	4	(1) Randspalt > 250 µm (2) Zementüberschuss erreichbar, aber nicht zu entfernen. (3) Negative Stufen > 250 µm und zu beheben
	5	(1) Sekundärkaries, ausgeprägte Spalten, große Überhänge (2) Pathologische Befunde im apikalen Bereich (3) Fraktur/Verlust der Restauration oder des Zahnes

<b>B10</b>		<b>Sicht des Patienten</b>
Score	Beschreibung	
1	Vollkommen zufrieden mit der Ästhetik und der Funktion	
2	zufrieden (1) Ästhetik (2) Funktion, z.B. kleinere Rauigkeiten	
3	Geringfügige Kritik, aber keine klinischen Nebenwirkungen. (1) Ästhetische Einschränkungen (2) Einschränkung des Kaukomforts (3) unzufrieden mit dem Behandlungsablauf	
4	Wunsch nach Verbesserung (1) Ästhetik (2) Funktion, z.B. Irritationen an der Zunge. Rekonturierung der anatomischen Form oder aufpolieren ist möglich	
5	Vollständig unzufrieden und/oder Nebenwirkungen einschließlich Schmerzen	

<b>C</b>	<b>Biologische Eigenschaften</b>
----------	----------------------------------

<b>C11</b>		<b>Postoperative (Hyper-)Sensitivität und Vitalität des Zahnes</b>
Score	Beschreibung	
1	Keine Hypersensitivität, normale Reaktion bei Vitalitätsprobe	
2	Geringe Hypersensitivität für einen begrenzten Zeitraum, normale Reaktion bei Vitalitätsprobe	
3	(1) Moderate Hypersensitivität (2) verzögerte/ schwächere Sensitivität; keine subjektiven Beschwerden, keine Behandlung erforderlich	
4	(1) Intensive Hypersensitivität (2) verzögerte Sensitivität einhergehend mit geringen subjektiven Beschwerden, keine klinisch erkennbare Sensitivität (3) Behandlung erforderlich, aber kein Austausch	
5	Sehr starke, akute Pulpitis oder avitaler Zahn; endodontische Behandlung erforderlich und Restauration muss ausgetauscht werden	

<b>C12</b>		<b>Wiederauftreten von Karies, Erosion, Abfraktionen</b>
Score	Beschreibung	
1	Keine Sekundär- oder Primärkaries	
2	Sehr klein und lokalisierte (1) Demineralisation (2) Erosion (3) Abfraktionen. ➔ Keine Behandlung erforderlich	
3	Größere Areale von (1) Demineralisation (2) Erosion (3) Abrasion/keilförmige Defekte ➔ Kein freiliegendes Dentin. Nur präventive Maßnahmen erforderlich.	
4	(1) Karies mit Kavitätenbildung und Verdacht auf unterminierende Karies (2) Erosion im Dentin (3) Abrasion/ keilförmige Defekte im Dentin ➔ lokalisiert, zugänglich und zu beheben	
5	Tiefe Karies oder freiliegendes Dentin, das nicht für eine Reparatur der Restauration zugänglich ist	

<b>C13</b>		<b>Integrität des Zahnes (Schmelzsprünge, Zahnfrakturen)</b>
Score	Beschreibung	
1	Vollständig intakt	
2	(1) Kleine marginale Schmelzrisse (<150 µm) (2) Haarriss im Schmelz (<150 µm, nicht sondierbar)	
3	(1) Marginale Schmelzdefekte < 250 µm (2) Schmelzriss < 250 µm (3) Schmelzaussprengung (4) Multiple Risse	
4	(1) Größere Schmelzdefekte; Spalt > 250 µm oder freiliegendes Dentin bzw. Unterfüllung (2) Riss > 250 µm (Sonde hakt ein) (3) Große Schmelzausbrüche, oder Wandfraktur	
5	Fraktur eines Höckers oder des Zahnes	

<b>C14</b>	<b>Parodontale Reaktion (immer im Vergleich zu einem Referenz Zahn; bei Baseline vor der Behandlung zu erheben!)</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Keine Plaque, keine Entzündung, keine Taschen
	2	Wenig Plaque, keine Entzündung (Gingivitis), keine Taschenbildung (1) Ohne (2) Mit Überhängen, Spalten oder inadäquater anatomischer Form
	3	Unterschied bis zu einem Stärkegrad bei PBI im Vergleich zu Baseline und im Vergleich zu einem Referenz Zahn. (1) Ohne (2) Mit Überhängen, Spalten oder inadäquater anatomischer Form
	4	Unterschied von mehr als einem Stärkegrad bei PBI im Vergleich zu einem Referenz Zahn oder Zunahme der Sondierungstiefe > 1 mm. Intervention erforderlich. (1) Ohne (2) Mit Überhängen, Spalten oder inadäquater anatomischer Form
	5	schwerwiegende/ akute Gingivitis oder Parodontitis (1) Ohne (2) Mit Überhängen, Spalten oder inadäquater anatomischer Form

<b>C15</b>	<b>Angrenzende Mukosa (bei Baseline vor der Behandlung zu erheben!)</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Gesunde, an die Restauration angrenzende Mukosa
	2	Gesund nach geringfügigen Entfernungen mechanischer Irritationen (scharfe Kanten, Zahnstein, Plaque etc.)
	3	Veränderungen der Mukosa aber kein Verdacht auf einen kausalen Zusammenhang mit dem Füllungsmaterial
	4	Verdacht auf leichte allergische, lichenoid oder toxische Reaktion
	5	Verdacht auf schwere allergische, lichenoid oder toxische Reaktion

<b>C16</b>	<b>Oraler und allgemeiner Zustand</b>	
	Score	Beschreibung
	1	Keine oralen oder allgemeinen Symptome
	2	Geringfügige vorübergehende Symptome von kurzer Dauer; lokal oder generalisiert
	3	Vorübergehende Symptome, lokal und/oder generalisiert
	4	Persistierende lokale oder generalisierte Symptome oraler Kontaktstomatitis oder eines Lichen planus oder allergische Reaktion. Behandlung erforderlich, aber kein Austausch.
	5	Akute, schwerwiegende lokale und/oder generalisierte Symptome

### **3.5 Statistische Analyse**

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 24.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Die Darstellung der metrischen Variablen erfolgte als Mittelwerte und Mediane, während die Streumaße als Standardabweichungen und Quartile angegeben wurden. Die kategorisierten bzw. nominalen Daten wurden als absolute und relative Häufigkeit angegeben.

Die statistische Analyse der klinischen Untersuchung erfolgte mittels Kreuztabellen. Beim Vergleich von nicht normalverteilten Stichproben wurde der Mann-Whitney-U Test als nichtparametrisches Verfahren angewendet. Die kategorisierten bzw. nominalen Daten dagegen wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests bzw. des exakten Tests nach Fisher ausgewertet.

Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein p-Wert  $< 5\%$  ( $p < 0,05$ ) als statistisch signifikant angenommen wurde.

Die Grafiken wurden teilweise mit Excel 2016 und mit SPSS erstellt. Die kategorisierten bzw. nominalen Daten wurden grafisch mit Hilfe von einfachen und gruppierten Balkendiagrammen sowie gestapelten Säulendiagrammen dargestellt.

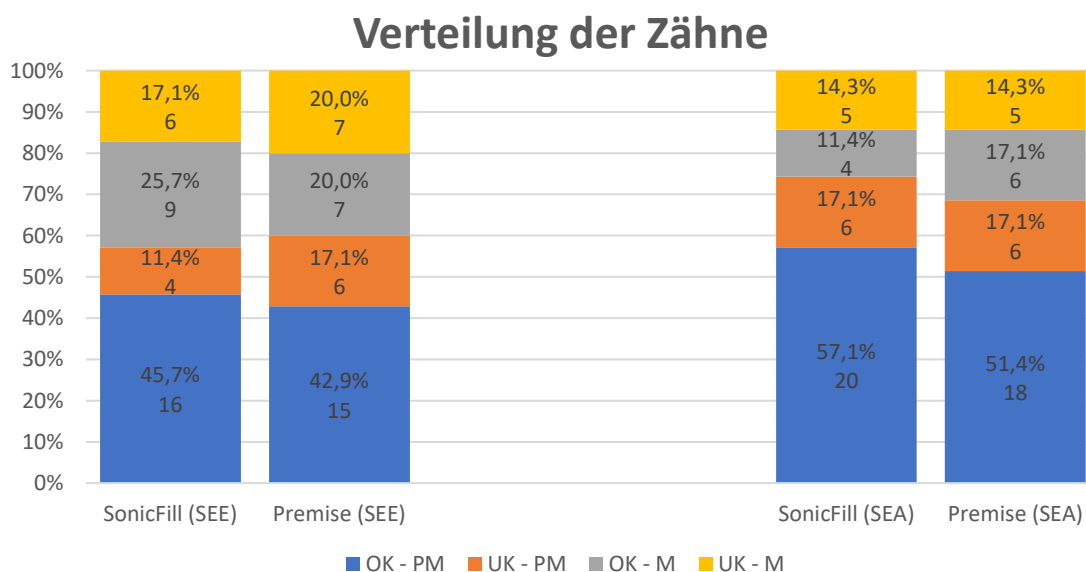


## 4 Ergebnisse

### 4.1 Auswertung der allgemeinen Daten

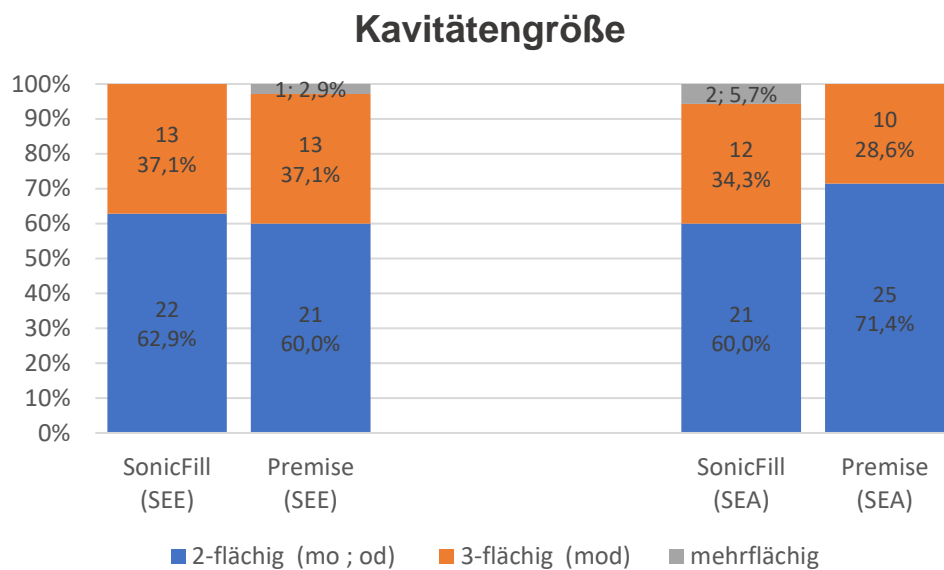
Im Zeitraum von Oktober 2011 bis August 2012 wurden 70 Patienten aus der Poliklinik für Zahnerhaltung der Zahnklinik Mainz mit insgesamt 140 Kompositrestaurationen im Split-Mouth-Design versorgt. Bei den teilnehmenden Patienten handelte es sich bei 62,9 % (n = 44) um Frauen und bei 37,1 % (n = 26) um Männer, welches einem zwei Drittel Anteil Frauen zu einem Drittel Anteil Männer entspricht und dementsprechend zu keiner gleichen Geschlechterverteilung führt. Das Alter der Patienten betrug zwischen 21 und 68 Jahren, wobei das mittlere Alter der Frauen mit 39,8 Jahren etwas geringer war als das der Männer mit 42,6 Jahren. Das mittlere Alter beider Geschlechter lag bei 40,8 Jahren.

Durch die Randomisierung der Vorbehandlung durch Ziehung eines Briefumschlags und der randomisierten Zuordnung der verwendeten Komposite per Münzwurf auf Prämolaren und Molaren des Ober- und Unterkiefers ergab sich eine Verteilung wie in Abb. 10 dargestellt. In der SEE-Gruppe entfielen auf das Komposit SonicFill 25 Zähne im Oberkiefer sowie 10 Zähne im Unterkiefer, während bei Premise 22 Zähne im Oberkiefer sowie 13 Zähne im Unterkiefer lokalisiert waren. In der SEA-Gruppe entfielen auf das Komposit SonicFill wie auch auf Premise 24 Zähne im Oberkiefer sowie 11 Zähne im Unterkiefer. Dies entspricht annähernd einer Gleichverteilung.



**Abb. 10:** Verteilung der Zähne entsprechend der Vorbehandlung (SEE = selective enamel etch ; SEA = self-etch approach) und der verwendeten Kompositmaterialien (SonicFill ; Premise)

Bei der Verteilung der Kavitätengröße ergab sich ebenfalls eine annähernde Gleichverteilung wie in Abb. 11 dargestellt. Dabei entfielen in der SEE-Gruppe 22 2-flächige Kavitäten auf SonicFill und 21 2-flächige auf Premise. Der Anteil an 3-flächigen Kavitäten betrug bei SonicFill wie auch bei Premise 13 von insgesamt 35. Lediglich eine mehrflächige Kavität wurde Premise zugeordnet. In der SEA-Gruppe entfielen 21 2-flächige Kavitäten auf SonicFill und 25 2-flächige auf Premise. Von den 3-flächigen Kavitäten entfielen 12 auf SonicFill und 10 auf Premise. Insgesamt zwei mehrflächige Kavitäten wurde SonicFill zugeordnet.

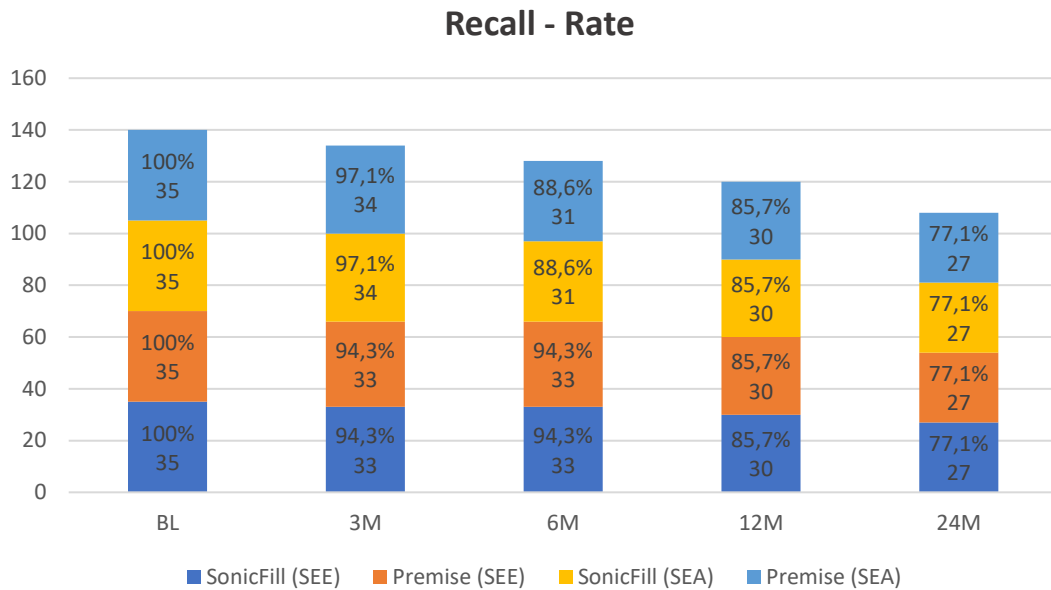


**Abb. 11:** Verteilung der Kavitätengröße entsprechend der Vorbehandlung (SEE = selective enamel etch; SEA = self-etch approach) und der verwendeten Kompositmaterialien (SonicFill ; Premise)

Die Recallrate zu den fünf Untersuchungszeitpunkten betrug wie folgt:

Baseline:	100%
3-Monate:	95,7%
6-Monate:	91,4%
12-Monate:	85,7%
24-Monate:	77,2%

Da nach zwei Jahren die Recall-Rate knapp 80% betrug, konnte dies als klinisch relevante Rate gesehen werden und erlaubte eine Bewertung der gesammelten Daten. In Abb. 12 ist diese für die jeweiligen Zeitpunkte nochmals dargestellt.



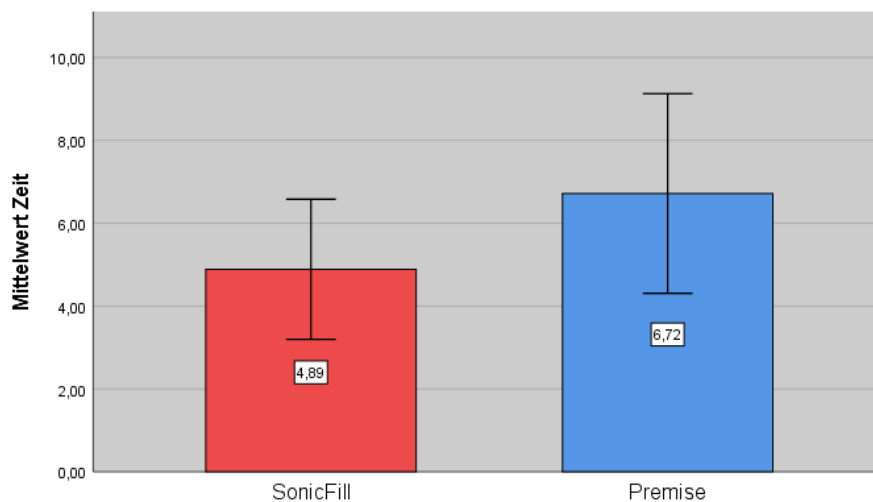
**Abb. 12:** Recall-Rate zu den jeweiligen Zeitpunkten in absoluten und relativen Häufigkeiten

## 4.2 Durchschnittliche Zeit der Füllungslegung

Die Zeit für die Füllungslegung wurde bei jeder Restauration gemessen. Dabei wurde die Zeitmessung bei Applikation des ersten Inkrements begonnen und nach Lichthärtung des letzten Inkrements angehalten.

Daraus ergaben sich durchschnittliche Zeiten für die Füllungslegung:

- SonicFill  $\varnothing$  4,89 min
- Premise  $\varnothing$  6,72 min



**Abb. 13:** Graphische Darstellung der zeitlichen Mittelwerte zur Füllungslegung in Minuten mit einfacher SD der verwendeten Kompositmaterialien (SonicFill ; Premise)

Die statistische Auswertung ergab durch Anwendung eines T-Tests für unabhängige Stichproben einen hoch signifikanten Unterschied bezüglich der Zeit, welche für die Füllungslegung für die beiden Komposite benötigt wurde ( $p = 0,001$ ).

## 4.3 Klinischer Vergleich

Zur übersichtlicheren Darstellung sind am Ende des Ergebnisteils, welcher vorwiegend deskriptiv beschrieben wurde, Übersichtstabellen der Gruppen SEE und SEA angefügt. Im Anhang befinden sich weitere Säulendiagramme zur Darstellung der Häufigkeiten sowie die Übersichtstabellen der Gruppen Premise und SonicFill.

### 4.3.1 Ästhetische Eigenschaften

#### 4.3.1.1 A1 Oberflächenglanz

##### SEE

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe SEE zu den Untersuchungszeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monate keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Kompositen SonicFill und Premise im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Premise im zeitlichen Verlauf deutlich häufiger mit dem Score 1 bewertet wurde und SonicFill zu allen Untersuchungszeitpunkten den Score 3 erhalten hat. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte allerdings zum Zeitpunkt 24 Monate festgestellt werden. Hierbei zeigten bei SonicFill lediglich 4 von 27 Restaurationen die Bewertung Score 1 wohingegen bei Premise immer noch 11 von 27 Restaurationen mit Score 1 bewertet wurden. Anhand der Abbildungen 14 bis 17 ist festzustellen, dass Premise eine glänzendere Oberfläche aufweist während diese bei SonicFill etwas matt erscheint. Der Anteil an Score 2 Bewertungen betrug bei SonicFill 16 und bei Premise 14 von 27. Bei Premise wurden lediglich 2 von 27 Restaurationen mit dem Score 3 bewertet, bei SonicFill betragen diese 7.

##### SEA

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe SEA zu den Untersuchungszeitpunkten BL und 6 Monate keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Kompositen SonicFill und Premise im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Premise wie schon in der Gruppe SEE im zeitlichen Verlauf deutlich häufiger mit Score 1 bewertet wurde und SonicFill zu allen Untersuchungszeitpunkten den Score 3 erhielt. Während der Beobachtungszeitpunkte 3, 12 und 24 Monate wurden jedoch statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kompositen festgestellt. Zum

Zeitpunkt 3 Monate wurde SonicFill 11-mal mit Score 1 bewertet, bei Premise waren dies 22. SonicFill erhielt 22-mal Score 2, bei Premise waren dies 12. SonicFill erhielt eine Score 3 Bewertung. Zum Zeitpunkt 12 Monate wurde SonicFill 4-mal mit Score 1 bewertet, bei Premise waren dies 16. SonicFill erhielt 25-mal Score 2, bei Premise waren dies 14. SonicFill erhielt eine Score 3 Bewertung. Zum Zeitpunkt 24 Monate erhielt SonicFill ebenfalls vier Score 1 Bewertungen, Premise dagegen noch 11. Mit Score 2 wurde SonicFill 19-mal und Premise 16-mal bewertet. Nur SonicFill erhielt 4-mal den Score 3.

### SonicFill

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe SonicFill zu den Untersuchungszeitpunkten BL, 3, 6 und 24 Monate keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Vorbehandlungsgruppen SEE und SEA im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, die annähernd gleichverteilt waren. Lediglich zum Zeitpunkt 12 Monate wurde ein statistisch signifikanter Unterschied beobachtet. In der SEE-Gruppe wurde SonicFill 11-mal mit Score 1 bewertet, in der SEA-Gruppe war dies nur 4. Mit Score 2 wurde SonicFill in der SEE-Gruppe 16-mal bewertet, in der SEA-Gruppe waren dies 25.

### Premise

Während des Beobachtungszeitraums von 24 Monaten konnten in der Gruppe Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Vorbehandlungsgruppen SEE und SEA im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 annähernd gleichverteilt vergeben.

#### 4.3.1.2 A2 Oberflächenverfärbung

Während der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in allen Gruppen (SEE, SEA, SonicFill, Premise) zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 4 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte. In der SEA-Gruppe entfielen auf SonicFill sowie auf Premise zum Zeitpunkt 12 Monate je eine Score 4 Bewertung. Für die Gruppe SEE wurden bis auf den

Zeitpunkt 24 Monate ausschließlich Score 1 und 2 Bewertungen vergeben. Insgesamt wurde die Gruppe SEE etwas besser bewertet als die Gruppe SEA.

#### 4.3.1.3 A3 Farbstabilität und Transluzenz

##### SEE

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe SEE zu den Untersuchungszeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monate keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Kompositen SonicFill und Premise im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Premise deutlich häufiger mit Score 1 bewertet wurde. Zum Zeitpunkt 24 Monate konnte jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den Restaurationsmaterialien festgestellt werden. Hierbei entfielen auf SonicFill 9-mal die Bewertung Score 1 wohingegen dies bei Premise 18-mal der Fall war. SonicFill wurde 12-mal mit Score 2 bewertet, Premise dagegen nur 5-mal. Score 3 Bewertungen waren annähernd gleich. Eine erhöhte Transluzenz von SonicFill im Vergleich zu Premise wird anhand der Abbildungen 14 bis 17 deutlich.

##### SEA

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe SEA zu den Untersuchungszeitpunkten 3, 6, 12 und 24 Monate keine oder nur grenzwertig statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Kompositen SonicFill und Premise im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Premise deutlich häufiger mit Score 1 bewertet wurde. Zum Zeitpunkt BL konnte jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den Restaurationsmaterialien festgestellt werden. Hierbei entfielen auf SonicFill 20 Score 1 Bewertungen wohingegen dies bei Premise 28 waren. SonicFill wurde 11-mal mit Score 2 bewertet, Premise dagegen nur 7-mal. Vier Score 3 Bewertungen entfielen nur auf SonicFill.

##### SonicFill

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe SonicFill zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Vorbehandlungsgruppen SEE und SEA im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 annähernd gleichverteilt vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung war.

## Premise

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in der Gruppe Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Vorbehandlungsgruppen SEE und SEA im direkten Vergleich festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung war.



**Abb. 14:** Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – SonicFill (15mod); rechts – Premise (24od)); Quelle: Ernst et al.

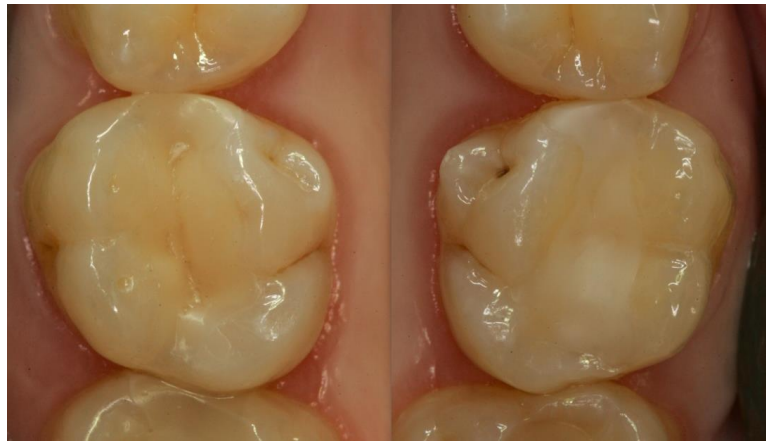


**Abb. 15:** Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – Premise (14od); rechts – SonicFill (45mo)); Quelle: Ernst et al.



**Abb. 16:** Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – SonicFill (15mod), Premise (16mod); rechts – Premise (25od), SonicFill (26mod)); Quelle: Ernst et al.

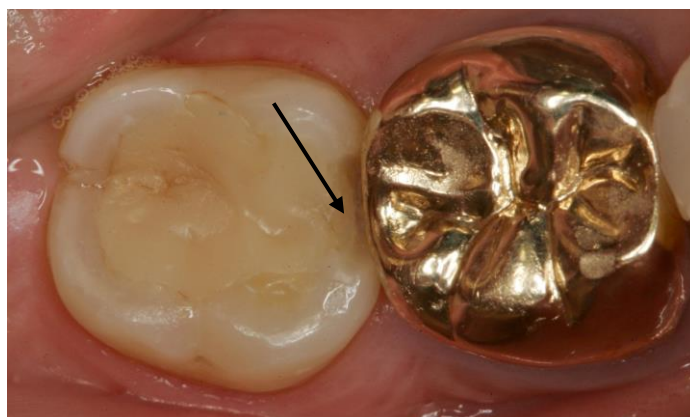




**Abb. 17:** Fotodokumentation der beiden Kompositmaterialien im direkten Vergleich (links – Premise (16mo); rechts – SonicFill (26mo); Quelle: Ernst et al.

#### 4.3.1.4 A4 Anatomische Form

Während der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in allen Gruppen (SEE, SEA, SonicFill, Premise) zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 5 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und bis zum Zeitpunkt 12 Monate über 70% betrug. Allerdings entfiel auf Premise in der Gruppe SEE eine Score 5 Bewertung. Diese Score 5 Bewertung zum Zeitpunkt 24 Monate war bedingt durch eine Füllungsfraktur im Bereich der mesialen Randleiste, wie in Abb. 18 zu sehen ist. Der Anteil an Score 2 und 3 Bewertungen war bei den beiden Kompositen annähernd gleich.



**Abb. 18:** Fotodokumentation einer Füllungsfraktur im Bereich der mesialen Randleiste (Pfeil) des Zahns 47 (Premise – mo); Quelle: Ernst et al.

## 4.3.2 Funktionelle Eigenschaften

### 4.3.2.1 B5 Frakturen und Retention

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill, Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 4 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und bis zum Zeitpunkt 12 Monate in allen Gruppen über 80% betrug. Innerhalb aller Gruppen konnten in einzelnen Fällen Score 4 Bewertungen beobachtet werden, welche allerdings statistisch nicht zum Tragen kamen.

### 4.3.2.2 B6 Randschluss

Während der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in allen Gruppen (SEE, SEA, SonicFill, Premise) zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 4 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte. In den Gruppen Premise und SonicFill war der Anteil an Score 1 Bewertungen für die Vorbehandlungsmethode SEE im zeitlichen Verlauf gesehen größer als unter der Vorbehandlungsmethode SEA. In der Gruppe Premise konnte zur Baseline-Untersuchung ein schwach signifikanter Unterschied im direkten Vergleich der Vorbehandlungsmethoden SEE und SEA beobachtet werden. Zum Zeitpunkt 24 Monate entfiel in der Gruppe SEE auf Premise ein Score 4 Bewertung, welche bedingt war durch eine Füllungsfraktur im Bereich der mesialen Randleiste, wie in Abb. 18 zu sehen ist. Eine Score 4 Bewertung wurde ebenfalls für die Vorbehandlungsmethode SEA in der Gruppe SonicFill vergeben.

#### 4.3.2.3 B7 Okklusale Kontur und Abrasion

Innerhalb des Beobachtungszeitraums von 24 Monaten konnten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und zu fast allen Zeitpunkten über 90% betrug. Es konnten keine Unterschiede hinsichtlich des Abrasionsverhaltens zwischen den Kompositen SonicFill und Premise im direkten Vergleich festgestellt werden. Innerhalb der Gruppen SonicFill und Premise, in welchen die Vorbehandlungsmethoden bei gleichbleibendem Komposit-Material verglichen wurden, war zu beobachten, dass die beiden Komposit-Materialien untereinander im direkten Vergleich zu allen Untersuchungszeitpunkten fast identisch bewertet wurden.

#### 4.3.2.4 B8 Approximale anatomische Form

Während des Beobachtungszeitraums von 24 Monaten konnten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 5 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und zu allen Zeitpunkten über 70% betrug. Lediglich zum Zeitpunkt 24 Monate entfielen auf Premise in der Gruppe SEE je eine Score 4 und eine Score 5 Bewertung, wobei die Score 5 Bewertung durch eine Füllungsfraktur im Bereich der mesialen Randleiste bedingt war, wie in Abb. 18 zu sehen ist. In der Gruppe SEA war die schlechteste Bewertung Score 3 (klinisch befriedigend), wobei diese nur zum Zeitpunkt 24 Monate bei SonicFill einen Wert von 11% erreichte. Hierbei gilt zu berücksichtigen, dass die unterschiedlichen Vorbehandlungsmethoden für dieses Kriterium keinen wesentlichen Einfluss auf die Bewertung haben, sondern vorwiegend die Größe bzw. Ausdehnung der Kavität und die Möglichkeiten bzw. Fähigkeiten der anatomischen Rekonstruktion.

#### 4.3.2.5 B9 Radiologische Untersuchung

##### Alle Gruppen (SEE, SEA, SonicFill, Premise)

Aufgrund der Tatsache, dass nur im Bedarfsfall eine radiologische Untersuchung angefertigt wurde und dementsprechend deutlich ungleich viele Fallzahlen für den direkten Vergleich zur Verfügung standen, konnte für dieses Kriterium keine statistische Auswertung erfolgen. Aus dem Anhang können anhand der Kreuztabellen bzw. der Säulendiagramme die vorhandenen Werte entnommen werden.

#### 4.3.2.6 B10 Sicht des Patienten

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1, 2 und 5 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und zu fast allen Zeitpunkten 100% betrug. Lediglich zum Zeitpunkt 24 Monate entfiel auf Premise in der Gruppe SEE eine Score 5 Bewertung, welche wie unter Punkt 4.3.1.4 beschrieben durch die Füllungsfraktur im Bereich der mesialen Randleiste (Abb. 18) des Zahns 47 bedingt war.

### **4.3.3 Biologische Eigenschaften**

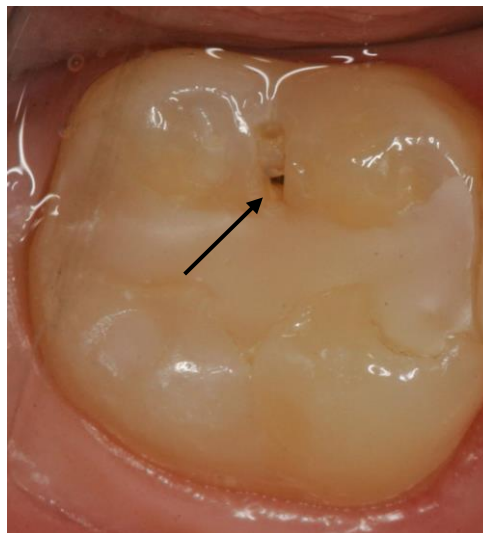
#### 4.3.3.1 C11 Postoperative Hypersensitivität

Während der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 4 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und bei SonicFill unter der Vorbehandlungsmethode SEE zu allen Zeitpunkten 100% betrug. In der Gruppe SEE wurde Premise zu den Zeitpunkten BL, 3 und 6 Monate mit je einer Score 3 und zum Zeitpunkt 24 Monate einer Score 2 Bewertung evaluiert. In der Gruppe SEA erhielten SonicFill und Premise zum Zeitpunkt BL je eine Score 1 Bewertung. Zum Zeitpunkt 3 Monate entfielen auf SonicFill zwei Score 4 (klinisch unbefriedigend) Bewertungen und zu den Zeitpunkten

6, 12 und 24 Monate je eine Score 4 Bewertung. Bei Premise betrug der Anteil an Score 1 Bewertungen zu allen Zeitpunkten über 95%.

#### 4.3.3.2 C12 Wiederauftreten von Karies

Für das Kriterium „Wiederauftreten von Karies“ konnte innerhalb des Beobachtungszeitraums von 24 Monaten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 4 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und zu den Zeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monate in den Gruppen SEE und SEA bei den beiden Kompositen SonicFill und Premise 100% betrug. In der Gruppe SEE entfielen auf SonicFill zu dem Zeitpunkt 24 Monate eine Score 2 und auf Premise eine Score 4 Bewertung. In der Gruppe SEA wurde SonicFill zu dem Zeitpunkt 24 Monate mit einer Score 2, einer Score 3 und zwei Score 4 Bewertungen bewertet während Premise nur eine Score 3 Bewertung erhielt. In Abb. 19 ist eine aufgetretene Sekundärkaries, welche mit einem Score 4 bewertet wurde, dargestellt.



**Abb. 19:** Fotodokumentation einer aufgetretenen Sekundärkaries an dem okklusal-mesial gefüllten Zahn 47 mittels Komposit-Material SonicFill (Pfeil zeigt Sekundärkaries); Quelle: Ernst et al.

#### 4.3.3.3 C13 Integrität des Zahnes

Für das Kriterium „Integrität des Zahnes“ konnte während der Beobachtungsphase von 24 Monaten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 4 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und zu fast allen Zeitpunkten über 90% betrug. Zu den Zeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monate entfielen auf beide Komposite in der Gruppe SEE je eine Score 2 Bewertung. Zum Zeitpunkt 24 Monate wurde SonicFill mit zwei Score 2 und Premise mit zwei Score 2 und einer Score 3 Bewertung evaluiert. Bei der Vorbehandlungsmethode SEA betrug der Anteil an Score 1 Bewertungen bei beiden Kompositen zu den Zeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monate 100%. Lediglich zum Zeitpunkt 24 Monate entfielen auf SonicFill eine Score 2 und eine Score 4 Bewertung während auf Premise zwei Score 2 Bewertung entfielen. In Abb. 20 ist ein Füllungs- und Schmelzdefekt zu sehen, welcher mit einem Score 4 bewertet wurde.



**Abb. 20:** Fotodokumentation eines aufgetretenen Schmelzdefekts an dem okklusal-distal gefüllten Zahn 24 mittels Komposit-Material SonicFill (Pfeil zeigt Schmelzdefekt); Quelle: Ernst et al.

#### 4.3.3.4 C14 Parodontale Reaktion

Innerhalb des Beobachtungszeitraums von 24 Monaten konnten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und zu fast allen Zeitpunkten über 90% betrug. In der Gruppe SEA betrug der Anteil an Score 2 Bewertungen bei beiden Kompositen ca. 15%, welche sich jedoch in den Folgeuntersuchungen relativierten. Dies kann aufgrund der leichten Traumatisierung der Gingiva während der Füllungslegung bedingt sein.

#### 4.3.3.5 C15 Angrenzende Mukosa

Für das Kriterium „Angrenzende Mukosa“ konnte während der Beobachtungsphase von 24 Monaten in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede beobachtet werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 bis 3 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und in allen Gruppen zu allen Zeitpunkten über 80% betrug. Der Anteil an Score 2 Bewertungen betrug in der Gruppe SEE bei den beiden Kompositen SonicFill und Premise zum Zeitpunkt 24 Monate maximal 18%. Die schlechteste Bewertung stellte ein Score 3 in der Gruppe SEA bei SonicFill zum Zeitpunkt 24 Monate dar.

#### 4.3.3.6 C16 Oraler und allgemeiner Zustand

Innerhalb der Beobachtungsphase von 24 Monaten konnten für das Kriterium „Oraler und allgemeiner Zustand“ in den Gruppen SEE, SEA, SonicFill und Premise zu allen Untersuchungszeitpunkten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Hierbei wurden Bewertungen der Scores 1 und 2 vergeben, wobei Score 1 die am häufigsten vergebene Bewertung darstellte und in allen Gruppen zu den Zeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monate über 90% betrug. Der Anteil an Score 2 Bewertungen betrug um Zeitpunkt 24 Monate in den Gruppen SEE und SEA bei den beiden Kompositen ca. 30%.

Tab. 7: SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEE

SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEE											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise
A1	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	22 (62,9%)	25 (71,4%)	13 (39,4%)	21 (63,6%)	12 (36,4%)	20 (60,6%)	11 (36,7%)	16 (53,3%)	4 (14,8%)	11 (40,7%)
	2	12 (34,3%)	10 (28,6%)	18 (54,5%)	12 (36,4%)	19 (57,6%)	13 (39,4%)	16 (53,3%)	13 (43,3%)	16 (59,3%)	14 (51,9%)
	3	1 (2,9%)	-	2 (6,1%)	-	2 (6,1%)	-	3 (10,0%)	1 (3,3%)	7 (25,9%)	2 (7,4%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,503		p= 0,079		p= 0,077		p= 0,004		p= 0,046	
A2	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	34 (97,1%)	25 (75,8%)	25 (75,8%)	25 (75,8%)	23 (69,7%)	21 (70,0%)	20 (66,7%)	18 (66,7%)	13 (48,1%)
	2	1 (2,9%)	1 (2,9%)	8 (24,2%)	8 (24,2%)	8 (24,2%)	10 (30,3%)	9 (30,0%)	10 (33,3%)	8 (29,6%)	12 (44,4%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 1,000		p= 0,783		p= 1,000		p= 0,379	
A3	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	22 (62,9%)	29 (82,9%)	20 (60,6%)	25 (75,8%)	20 (60,6%)	25 (75,8%)	17 (56,7%)	23 (76,7%)	9 (33,3%)	18 (66,7%)
	2	10 (28,6%)	4 (11,4%)	10 (30,3%)	6 (18,2%)	10 (30,3%)	6 (18,2%)	10 (33,3%)	5 (16,7%)	12 (44,4%)	5 (18,5%)
	3	3 (8,6%)	3 (5,7%)	3 (9,1%)	2 (6,1%)	3 (9,1%)	2 (6,1%)	3 (10,0%)	2 (6,7%)	6 (22,2%)	4 (14,8%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,155		p= 0,416		p= 0,416		p= 0,251		p= 0,043	
A4	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	26 (74,3%)	27 (77,1%)	23 (69,7%)	24 (72,7%)	22 (66,7%)	24 (72,7%)	21 (70,0%)	22 (73,3%)	15 (55,6%)	15 (55,6%)
	2	9 (25,7%)	7 (20,0%)	10 (30,3%)	8 (24,2%)	11 (33,3%)	8 (24,2%)	9 (30,0%)	8 (26,7%)	11 (40,7%)	9 (33,3%)
	3	-	1 (2,9%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	-	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	Signifikanz	p= 0,530		p= 0,537		p= 0,458		p= 1,000		p= 0,675	



**SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEE**

		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise
B5	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	35 (100%)	35 (100%)	30 (90,9%)	32 (97,0%)	30 (90,9%)	32 (97,0%)	25 (83,3%)	28 (93,3%)	19 (70,4%)	14 (51,9%)
	2	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	1 (3,3%)	3 (11,1%)	8 (29,6%)
	3	-	-	2 (6,1%)	1 (3,0%)	2 (6,1%)	1 (3,0%)	3 (10,0%)	1 (3,3%)	4 (14,8%)	3 (11,1%)
	4	-	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,3%)	-	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,497		p= 0,497		p= 0,538		p= 0,320	
B6	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	28 (80,0%)	33 (94,3%)	21 (63,6%)	22 (66,7%)	21 (63,6%)	21 (63,6%)	16 (53,3%)	17 (56,7%)	7 (25,9%)	9 (33,3%)
	2	7 (20,0%)	2 (5,7%)	11 (33,3%)	11 (33,3%)	11 (33,3%)	12 (36,4%)	13 (43,3%)	13 (43,3%)	18 (66,7%)	13 (48,1%)
	3	-	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,3%)	-	2 (7,4%)	4 (14,8%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,151		p= 0,600		p= 0,593		p= 0,597		p= 0,436	
B7	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	35 (100%)	32 (97,0%)	33 (100%)	32 (97,0%)	32 (97,0%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	25 (92,6%)	24 (88,9%)
	2	1 (2,9%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,7%)	3 (11,1%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,364	
B8	N	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	1	32 (91,4%)	33 (94,3%)	29 (87,9%)	30 (90,9%)	29 (87,9%)	30 (90,9%)	26 (86,7%)	28 (93,3%)	22 (81,5%)	22 (81,5%)
	2	2 (5,7%)	1 (2,9%)	3 (9,1%)	2 (6,1%)	3 (9,1%)	2 (6,1%)	3 (10,0%)	1 (3,3%)	4 (14,8%)	3 (11,1%)
	3	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,7%)	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	Signifikanz	p= 0,840		p= 0,897		p= 0,897		p= 0,584		p= 0,534	

<b>B9</b>	<b>N</b>	20	17	17	15	16	14	-	-	-	-
	<b>1</b>	20 (100%)	17 (100%)	17 (100%)	15 (100%)	16 (100%)	14 (100%)	-	-	-	-
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		-		-	
<b>B10</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	27 (100%)	26 (96,3%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	

**SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEE**

		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise
<b>C11</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	34 (97,1%)	33 (100%)	32 (97,0%)	33 (100%)	32 (97,0%)	30 (100%)	30 (100%)	27 (100%)	26 (96,3%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	<b>3</b>	-	1 (2,9%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	
<b>C12</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	26 (96,3%)	26 (96,3%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,368	
<b>C13</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	34 (97,1%)	34 (97,1%)	32 (97,0%)	32 (97,0%)	32 (97,0%)	32 (97,0%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	25 (92,6%)	24 (88,9%)
	<b>2</b>	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,0%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,600	
<b>C14</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	33 (94,3%)	32 (91,4%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	27 (100%)	26 (96,3%)
	<b>2</b>	2 (5,7%)	3 (8,6%)	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	

<b>C15</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	31 (88,6%)	32 (91,4%)	32 (97,0%)	33 (100%)	32 (97,0%)	33 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	22 (81,5%)	22 (81,5%)
	<b>2</b>	4 (11,4%)	3 (8,6%)	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	-	-	5 (18,5%)	5 (18,5%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	
<b>C16</b>	<b>N</b>	35	35	33	33	33	33	30	30	27	27
	<b>1</b>	32 (91,4%)	32 (91,4%)	33 (100%)	33 (100%)	33 (100%)	32 (97,0%)	30 (100%)	28 (93,3%)	19 (70,4%)	19 (70,4%)
	<b>2</b>	3 (8,6%)	3 (8,6%)	-	-	-	1 (3,0%)	-	2 (6,7%)	8 (29,6%)	8 (29,6%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,492		p= 1,000	

**Tab. 8:** SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEA

SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise
<b>A1</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	15 (42,9%)	23 (65,7%)	11 (32,4%)	22 (64,7%)	10 (32,3%)	16 (51,6%)	4 (13,3%)	16 (53,3%)	4 (14,8%)	11 (40,7%)
	<b>2</b>	19 (54,3%)	12 (34,3%)	22 (64,7%)	12 (35,3%)	20 (64,5%)	15 (48,4%)	25 (83,3%)	14 (46,7%)	19 (70,4%)	16 (59,3%)
	<b>3</b>	1 (2,9%)	-	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	-	4 (14,8%)	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,119		p= 0,022		p= 0,212		p= 0,004		p= 0,023	
<b>A2</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	34 (97,1%)	35 (100%)	29 (85,3%)	28 (82,4%)	25 (80,6%)	24 (77,4%)	20 (66,7%)	21 (70,0%)	13 (48,1%)	18 (66,7%)
	<b>2</b>	-	-	4 (11,8%)	6 (17,6%)	5 (16,1%)	7 (22,6%)	8 (26,7%)	7 (23,3%)	12 (44,4%)	8 (29,6%)
	<b>3</b>	1 (2,9%)	-	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	1 (3,3%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	1 (3,3%)	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 0,492		p= 0,508		p= 0,993		p= 0,379	
<b>A3</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	20 (57,1%)	28 (80,0%)	19 (55,9%)	25 (73,5%)	17 (54,8%)	23 (74,2%)	16 (53,3%)	22 (73,3%)	12 (44,4%)	18 (66,7%)
	<b>2</b>	11 (31,4%)	7 (20,0%)	11 (32,4%)	9 (26,5%)	10 (32,3%)	8 (25,8%)	10 (33,3%)	8 (26,7%)	9 (33,3%)	7 (25,9%)
	<b>3</b>	4 (11,4%)	-	4 (11,8%)	-	4 (12,9%)	-	4 (13,3%)	-	6 (22,2%)	2 (7,4%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,045		p= 0,081		p= 0,077		p= 0,075		p= 0,178	
<b>A4</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	30 (85,7%)	29 (82,9%)	29 (85,3%)	28 (82,4%)	26 (83,9%)	26 (83,9%)	25 (83,3%)	26 (86,7%)	18 (66,7%)	19 (70,4%)
	<b>2</b>	4 (11,4%)	5 (14,3%)	4 (11,8%)	5 (14,7%)	4 (12,9%)	4 (12,9%)	4 (13,3%)	3 (10,0%)	6 (22,2%)	5 (18,5%)
	<b>3</b>	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,2%)	1 (3,2%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	3 (11,1%)	3 (11,1%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,938		p= 0,938		p= 1,000		p= 0,922		p= 0,943	

**SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEA**

		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise
<b>B5</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	32 (94,1%)	34 (100%)	31 (100%)	31 (100%)	28 (93,3%)	27 (90,0%)	20 (74,1%)	22 (81,5%)
	<b>2</b>	-	-	1 (2,9%)	-	-	-	-	-	2 (7,4%)	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	2 (6,7%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)
	<b>4</b>	-	-	1 (2,9%)	-	-	-	1 (3,3%)	1 (3,3%)	3 (11,1%)	2 (7,4%)
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 0,357		p= 1,000		p= 0,839		p= 0,890	
<b>B6</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	30 (85,7%)	27 (77,1%)	17 (50,0%)	17 (50,0%)	14 (45,2%)	15 (48,4%)	12 (40,0%)	13 (43,3%)	7 (25,9%)	6 (22,2%)
	<b>2</b>	5 (14,3%)	8 (22,9%)	17 (50,0%)	17 (50,0%)	16 (51,6%)	14 (45,2%)	16 (53,3%)	14 (46,7%)	15 (55,6%)	16 (59,3%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	1 (3,2%)	2 (6,5%)	2 (6,7%)	3 (10,0%)	4 (14,8%)	5 (18,5%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,540		p= 1,000		p= 0,778		p= 0,830		p= 0,748	
<b>B7</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	34 (97,1%)	35 (100%)	33 (97,1%)	33 (97,1%)	30 (96,8%)	30 (96,8%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	26 (96,3%)	25 (92,6%)
	<b>2</b>	1 (2,9%)	-	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,2%)	1 (3,2%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	
<b>B8</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	31 (88,6%)	30 (85,7%)	29 (85,3%)	29 (85,3%)	26 (83,9%)	26 (83,9%)	26 (86,7%)	25 (83,3%)	20 (74,1%)	19 (70,4%)
	<b>2</b>	3 (8,6%)	3 (8,6%)	3 (8,8%)	3 (8,8%)	3 (9,7%)	3 (9,7%)	3 (10,0%)	3 (10,0%)	4 (14,8%)	7 (25,9%)
	<b>3</b>	1 (2,9%)	2 (5,7%)	2 (5,9%)	2 (5,9%)	2 (6,5%)	2 (6,5%)	1 (3,3%)	2 (6,7%)	3 (11,1%)	1 (3,7%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,840		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,838		p= 0,398	

<b>B9</b>	<b>N</b>	27	26	24	24	21	22	1	1	-	1
	<b>1</b>	27 (100%)	26 (100%)	24 (100%)	24 (100%)	21 (100%)	22 (100%)	1 (100%)	1 (100%)	-	1 (100%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000			
<b>B10</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	34 (100%)	34 (100%)	31 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	25 (92,6%)	25 (92,6%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (7,4%)	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	

**SonicFill vs. Premise bei Vorbehandlung mit SEA**

		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise	SonicFill	Premise
<b>C11</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	34 (97,1%)	34 (97,1%)	32 (94,1%)	34 (100%)	30 (96,8%)	31 (100%)	29 (96,7%)	30 (100%)	26 (92,6%)	27 (100%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	1 (2,9%)	1 (2,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	2 (5,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	-	1 (3,7%)	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 0,493		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	
<b>C12</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	34 (100%)	34 (100%)	31 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	23 (85,2%)	26 (96,3%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	1 (3,7%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (7,4%)	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,364	
<b>C13</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	34 (100%)	34 (100%)	31 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	25 (92,6%)	25 (92,6%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,513	
<b>C14</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	30 (85,7%)	30 (85,7%)	33 (97,1%)	34 (100%)	30 (96,8%)	31 (100%)	29 (96,7%)	30 (100%)	25 (92,6%)	26 (96,3%)
	<b>2</b>	5 (14,3%)	5 (14,3%)	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	-	1 (3,7%)	1 (3,7%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,601	



<b>C15</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	31 (88,6%)	31 (88,6%)	33 (97,1%)	34 (100%)	30 (96,8%)	31 (100%)	29 (96,7%)	30 (100%)	22 (81,5%)	24 (88,9%)
	<b>2</b>	4 (11,4%)	4 (11,4%)	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	-	4 (14,8%)	3 (11,1%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,541	
<b>C16</b>	<b>N</b>	35	35	34	34	31	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	34 (97,1%)	34 (100%)	34 (100%)	31 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	19 (70,4%)	20 (74,1%)
	<b>2</b>	-	1 (2,9%)	-	-	-	-	-	-	8 (29,6%)	7 (25,9%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	

## **5 Diskussion**

### **5.1 Material und Methoden**

#### **5.1.1 Studiendesign**

Das Ziel dieser Studie war es anhand klinischer Bewertungskriterien herauszufinden, ob einerseits Unterschiede hinsichtlich der Vorbehandlungsmethode und andererseits Unterschiede zwischen einem klassischen Nano-Hybridkomposit und einem innovativen thixotropen Bulk-Fill-Komposit nach einer Liegedauer von 24 Monaten festzustellen sind.

Bei der Studie selbst handelte es sich um eine prospektiv, randomisiert, klinisch kontrollierte Studie im Split-Mouth-Design, welche sich an den Standards der American Dental Association (ADA) (62) orientierte. Um die Ergebnisse aus randomisierten klinischen Studien richtig einschätzen und bewerten zu können, ist die Erstellung von Metaanalysen sinnvoll (61). Außerdem sollten diese mit verfügbaren in vitro Studien verglichen werden. Dennoch sind klinische Studien die aussagekräftigste Methode um die Effektivität und Haltbarkeit eines Adhäsivs beurteilen zu können (4, 63). Dabei wird das Ergebnis jedoch nicht nur von Patient und Material beeinflusst, sondern auch von „externen Faktoren“ wie z.B. den Fertigkeiten des Behandlers, Art des Lichthärtegerätes, Isolierung durch Kofferdam sowie der Auswahl der Instrumente zur Ausarbeitung des Materials (4). Das Split-Mouth-Design erlaubt eine optimale Kontrolle innerhalb einer Person, bei welcher dieselben Bedingungen vorliegen, sodass Unterschiede zwischen den Probanden vernachlässigt bzw. eliminiert werden können (64, 65). Nach den Vorgaben der ADA (66) sollte die Dauer von klinischen Studien 18 Monate betragen, während in dieser Studie ein zeitlicher Horizont von 24 Monaten gewählt wurde. Außerdem wurden in dieser Studie, statt wie von der ADA vorgegeben, nicht nur 1. und 2. Molaren mit einbezogen, sondern auch Prämolaren. Es wurden 49 Molaren (=35%) sowie 91 Prämolaren (=65%) in dieser Studie restauriert. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass es aufgrund des Split-Mouth-Designs einfacher ist zwei vergleichbare Kavitäten bei Prämolaren als bei Molaren zu finden, da es bei letzteren häufiger Unterschiede hinsichtlich der Kavitätengröße gibt (64). Im Gegensatz zu den Vorgaben der ADA, welche 25% an Klasse-I-Kavitäten zulässt, wurden hier ausschließlich Klasse-II-Kavitäten versorgt.

### 5.1.2 Materialien

Zur Vorbehandlung kam das selbstkonditionierende zwei-Schritt Adhäsivsystem Optibond XTR (Kerr) zum Einsatz, welches einerseits rein selbstkonditionierend und andererseits unter vorheriger selektiver Schmelzätzung angewendet wurde. Hierbei wurde stets eine Schmelzrandanschrägung vorgenommen um einerseits die Bondingfläche zu optimieren und somit einen harmonischeren Übergang zwischen Schmelz und Komposit zu gewährleisten und um andererseits das Risiko von Microleakages zu reduzieren. Dies konnte von Opdam et al. jedoch nur für kleine Klasse-II-Kavitäten gezeigt werden, während für ausgedehnte Klasse-II-Kavitäten dies nicht mehr empfohlen wird (31, 67-69). Swanson et al. konnten in einer in vitro Studie zeigen, dass eine Schmelzrandanschrägung sowohl bei Total-Etch-Systemen als auch bei selbstkonditionierenden Systemen die Entstehung von Microleakages signifikant reduziert (70). Allerdings wurde auch festgestellt, dass die selbstkonditionierenden Adhäsivsysteme im Vergleich zu Total-Etch-Systemen signifikant weniger effektiv der Entstehung von Microleakages vorbeugen konnten (70). Coelho-de-Souza et al. konnten in einer in vivo Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen angeschrägtem und nicht angeschrägtem Schmelzrand feststellen, allerdings ist dies eventuell auf die geringe Fallzahl (14 – ohne Anschrägung; 15 – mit Anschrägung) zurückzuführen (71). Es war jedoch festzustellen, dass durch die Randanschrägung eine bessere Randdichtigkeit und weniger Randverfärbungen auftraten (71). Da die selbstkonditionierenden Adhäsivsysteme eine Vereinfachung in der Anwendung darstellen und daraus resultierend weniger techniksensitiv sein sollen, kann laut Herstellerangaben dies ohne vorherige Schmelzkonditionierung durch Phosphorsäure angewendet werden. Um jedoch einen optimalen retentiven Verbund zwischen Schmelz und Adhäsivsystem herzustellen bzw. zu gewährleisten konnte in diversen in vitro Studien gezeigt werden, dass eine vorherige selektive Schmelzätzung sich positiv auf den Haftverbund auswirkt (68, 69, 72-77). Bei Optibond XTR konnte von Rengo et al. gezeigt werden, dass eine vorherige selektive Schmelzätzung keinen signifikanten Einfluss auf die Entstehung von Microleakages hat (78). Hoshika et. al konnten in einer in vitro Studie zeigen, dass die Microzugfestigkeit von Optibond XTR gleichwertige Resultate lieferte, wie mit vorheriger selektiver Schmelzätzung (79). In einer Studie von Walter et. al konnte gezeigt werden, dass Optibond XTR verglichen mit dem Goldstandard Optibond FL und zwei weiteren selbstkonditionierenden Adhäsivsystemen (Clearfil SE Bond (2-Schritt-SE) und Xeno IV (1-Schritt-SE)) die

mittlere Scherhaftfestigkeit zum Schmelz knapp unter der von Optibond FL und für die Scherhaftfestigkeit zum Dentin knapp unter der von Clearfil SE BOND lag (80). Ein generalisierter Konsens herrscht jedoch darüber, dass eine zusätzliche Ätzung des Dentins in Form einer Total-Etch-Technik, in geringeren Haftwerten, Scherzugfestigkeiten sowie Ermüdungsgrenzen des Adhäsivs zum Dentin resultiert (7, 76, 81, 82). Aus den zuvor genannten Gründen wurde untersucht, ob klinisch Unterschiede hinsichtlich marginaler Integrität, Retention sowie Randverfärbungen festzustellen sind.

Bei den verwendeten Materialien zur Füllungslegung handelte es sich zum einen um das Nano-Hybridkomposit Premise (Kerr) und zum anderen um das innovative thixotrope Bulk-Fill-Komposit SonicFill (Kerr). Zu beiden verwendeten Materialien ist die wissenschaftliche Datenlage spärlich. Die Besonderheit bei SonicFill besteht darin, dass dieses durch Schallaktivierung seine Viskosität um bis zu 87% reduzieren kann und somit deutlich fließfähiger ist. Im Vergleich zu konventionellen modellierbaren oder modellierbaren Bulk-Fill-Kompositen wird hierdurch eine bessere Adaptation an Kavitätenränder und -wände gewährleistet (83, 84). In Abwesenheit der Schallenergie entspricht die Viskosität von SonicFill der von modellierbaren Kompositen, sodass dieses die Vorteile von fließfähigen und modellierbaren Kompositen vereint (85). Außerdem wird keine zusätzliche Deckschichtung mit konventionellen Kompositen, wie dies beispielsweise bei SDR (Dentsply) der Fall ist, benötigt. Ein weiterer wesentlicher Faktor im Vergleich zu konventionellen Kompositen ist die Einbringung von Schichtstärken von bis zu 5mm, wobei Alrahlah et al. in einer Studie zeigen konnten, dass SonicFill im Vergleich zu anderen Bulk-Fill-Kompositen die größte Durchhärtungstiefe aufwies (86). Im Gegensatz dazu konnte in einer in vitro Studie von Benetti et al. gezeigt werden, dass die Durchhärtungstiefe mehr als 1mm unter der des Herstellers angegebenen Tiefe von 5mm lag, jedoch die mittlere Polymerisationsschrumpfung von 1,8% der des Herstellers entspricht (87). Ein möglicher Grund für die geringere Polymerisationstiefe könnte der hohe Füllergehalt, und die ungleich geformten Füllerteilchen darstellen, welche eine zunehmende Lichtstreuung und somit eine reduzierte Transluzenz bewirken (88). Dies konnte auch in weiteren in vitro Studien gezeigt werden (89, 90). Dies ermöglicht eine deutliche Zeitersparnis verglichen mit inkrementeller Schichtung von konventionellen Kompositen und bedingt durch die größere Schichtstärke eine Reduktion von Fehlern, wie beispielsweise durch Kontamination durch Speichel oder Blut (85, 91-94). Eunice

et al. konnten in einer in vitro Studie zeigen, dass zwischen SonicFill und dem Nanokomposit Filtek Supreme XTE (3M Espe) unter Vorbehandlung mit dem selbstkonditionierenden Adhäsivsystem Clearfil SE BOND keine signifikanten Unterschiede bei der Entstehung von Microleakages auftraten (94). Sie schlussfolgerten jedoch, dass SonicFill die Vorteile der besseren klinischen Verarbeitung sowie einer verkürzten Verarbeitungszeit inne hat (94). SonicFill weist im Vergleich zu anderen Bulk-Fill-Kompositen den mit 83,5 Gewichts-% höchsten Füllergehalt auf, wodurch eine höhere Härte und zugleich eine reduzierte Polymerisationsschrumpfung resultiert (92, 95, 96). Swapna et al. zeigten in einer in vitro Studie, dass in Klasse-II-Kavitäten SonicFill verglichen mit anderen Bulk-Fill-Kompositen statistisch signifikant weniger Microleakages aufwies, jedoch auch, dass insgesamt im zervikalen Bereich signifikant mehr Microleakages auftraten als im okklusalen Bereich (97).

Die zur Evaluierung von modernen Füllungswerkstoffen in klinischen Studien zur Verfügung stehenden Bewertungssysteme sind einerseits das ursprünglich von Ryge und Cvar (98) entwickelte United States Public Health Service System (USPHS), welches meist in modifizierter Form zur Anwendung kommt und andererseits das modernere von Hickel et. al entwickelte FDI-Bewertungssystem (60, 61). Das USPHS-Bewertungssystem, welches bereits 1971 veröffentlicht wurde, war ursprünglich zur Evaluierung von Amalgamrestorationen gedacht, da Kompositrestorationen zu dieser Zeit eine eher begrenzte Haltbarkeit hatten (99). In aktuelleren Studien kamen die USPHS-Kriterien meist in modifizierter Form zur Anwendung um eine auf moderne Komposit-Restaurationsmaterialien feiner diskriminierte Evaluierung zu ermöglichen. Allerdings gilt zu beachten, dass diese „modifizierten USPHS-Kriterien“ nicht universell standardisiert zur Anwendung kommen, sondern meist individuell ergänzt werden, wodurch die Repräsentativität in Frage steht. Außerdem erfolgt die Bewertung nach diesen Kriterien vorwiegend subjektiv (100). Daher sind diese vor über 40 Jahren veröffentlichten Kriterien für aktuelle Restaurationsmaterialien nicht mehr ausreichend sensitiv (61). Aus diesem Grund kam es zur Entwicklung von Bewertungskriterien, welche dem aktuellen Stand der Restaurationsmaterialien angepasst werden sollten, den sog. FDI-Kriterien. Diese wurden im Jahr 2007 durch die FDI World Dental Federation veröffentlicht und nochmals im Jahr 2010 aktualisiert (60, 61). In diversen Studien konnte gezeigt werden, dass die FDI-Kriterien im Vergleich zu den USPHS-

Kriterien bei geringfügigen Abweichungen sensitiver sind, da bei diesen mehr Bewertungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Jedoch bezogen sich die meisten dieser Studien auf zervikale Komposit-Restaurationen (101-106). Während bei den USPHS-Kriterien die Bewertungsmöglichkeiten Alfa, Bravo als klinisch akzeptabel und Delta, Charlie als klinisch inakzeptabel zur Verfügung stehen sind bei den FDI-Kriterien die Scores 1 (klinisch sehr gut) bis 5 (klinisch mangelhaft) zu vergeben, wodurch eine feinere Diskriminierung gewährleistet wird (60, 98, 106). Außerdem sind die FDI-Kriterien in die drei Kategorien (ästhetisch, funktionell, biologisch) unterteilt, welche jeweils nochmal in entsprechende Subkategorien unterteilt werden (60, 61). Dabei wurde von den Autoren darauf hingewiesen, dass nicht alle der 16 Kriterien zur Anwendung kommen müssen, sondern je nach Fragestellung und verwendeten Materialien der Studie diese entsprechend dediziert ausgewählt werden sollen (99). Marquillier et al. hat in einer Studie eine Übersicht über die Häufigkeit der Verwendung der FDI-Kriterien in klinischen Studien über einen Zeitraum von 10 Jahren (2007 – 2018) gegeben, in welcher er ebenfalls herausgestellt hat, welche Kriterien in den jeweiligen Studien zur Anwendung kamen (99). Im Vergleich zu dieser Studie, in welcher alle Kriterien zur Anwendung kamen, wurden in den vorliegenden Studien diese dediziert ausgewählt. Hickel et al. gibt an, dass bei Kriterium Nr. 7 (Okklusale Kontur und Abrasion) eine quantitative Bestimmung nur durch Herstellung von Replika-Modellen möglich ist, welche rasterelektronenmikroskopisch untersucht werden sollen, jedoch auch eine qualitative Untersuchung durch den Untersucher und anhand von erstellten Fotos möglich ist (60). Nach Vorgaben der ADA und des Updates der FDI-Kriterien im Jahr 2010 sollten die Nachuntersuchungen von zwei unabhängigen, nicht in die Füllungslegung involvierten Untersuchern durchgeführt werden (60, 66). Diese sollten zuvor anhand einer webbasierten Trainingsplattform ([www.e-calib.info](http://www.e-calib.info)), welche aktuell nicht mehr verfügbar ist, jedoch vor und während der Studie genutzt wurde, durch hochauflösende Bilder kalibriert werden (60). Außerdem wurden die Untersucher dieser Studie an ungefähr 100 Komposit-Restaurationen, welche im Rahmen der klinischen Kurse der Abteilung für Zahnerhaltung gelegt wurden und nicht Teil der Studie waren, geschult. Kim et al. untersuchten in einer Studie die Interrater- (zwischen zwei Untersuchern) und Intrarater- (innerhalb eines Untersuchers) Aussagekraft bzw. Verlässlichkeit der FDI-Kriterien und konnten zeigen, dass die Interrater-Verlässlichkeit geringfügig bis angemessen, während die Intrarater-Verlässlichkeit angemessen bis hervorragend

war (107). Allerdings ist dies bei klinischen Studien stark abhängig von der Subjektivität der Untersucher als auch von klinischen Eigenschaften der Restauration selbst (107). Es ist außerdem zu konstatieren, dass die Kavitätengröße im Vergleich zu in vitro Studien nicht standardisiert gestaltet werden kann, da die Präparation defektorientiert erfolgt und somit in Form und Größe variiert. Allerdings kamen in den beiden Gruppen SEE und SEA annähernd gleichverteilt vorwiegend zwei- und dreiflächige Kavitäten vor.

## **5.2 Diskussion der Ergebnisse**

### **5.2.1 Ästhetische Eigenschaften**

#### **5.2.1.1 A1 Oberflächenglanz**

Der Oberflächenglanz ist ein entscheidendes Kriterium um das Verschleißverhalten eines Komposits evaluieren zu können. Dieses ist maßgeblich von der Zusammensetzung und Füllergöße abhängig, da diese einen großen Einfluss auf die Integrität der Oberfläche und die Polierbarkeit der Restauration haben (108). In dieser Studie wurden zu den Untersuchungszeitpunkten 12 und 24 Monaten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kompositmaterialien SonicFill und Premise in der Gruppe SEE festgestellt. Während zum Zeitpunkt 12 Monate auf SonicFill 36,7% Score 1 Bewertungen entfielen, waren dies bei Premise 53,3%. Zum Zeitpunkt 24 Monate entfielen auf SonicFill lediglich 14,8% Score 1 Bewertungen während diese Premise noch 40,7% betrug. In der Gruppe SEA wurden ebenfalls signifikante Unterschiede zu den Zeitpunkten 3, 12 und 24 Monaten festgestellt. Zum Zeitpunkt 3 Monate erhielt Premise 64,7% Score 1 Bewertungen während auf SonicFill lediglich 32,4% entfielen. Zum Zeitpunkt 12 Monate entfielen auf Premise 53,3% Score 1 Bewertungen, SonicFill hingegen nur 13,3%. Zum Zeitpunkt 24 Monate entfielen auf Premise 40,7% Score 1 Bewertungen, bei SonicFill waren dies 14,8%. Obwohl die Beiden Komposite einen nahezu gleichgroßen Füllergehalt haben, zeigte Premise bessere Oberflächeneigenschaften als SonicFill (s. Tab. 5).

In einer ähnlichen Studie von Atabek et al., in welcher SonicFill mit Herculite Ultra verglichen wurde, jedoch die modifizierten USPHS-Kriterien zum Einsatz kamen,

wurden die beiden Komposite bezüglich ihrer Oberflächenrauigkeit annähernd gleich bewertet (109). Diese wurden im Vergleich zu dieser Studie fast ausschließlich mit dem Score Alpha bewertet, welcher dem Score 1 bzw. 2 der FDI-Kriterien entspricht (109). In einer anderen Studie von Akalin et al. wurde ausschließlich SonicFill über einen Zeitraum von 24 Monaten anhand der modifizierten USPHS-Kriterien bewertet und die Bewertungen für die Oberflächenrauigkeit betragen nach zwei Jahren noch über 90% (85).

#### 5.2.1.2 A2 Oberflächenverfärbung

Für die Kriterien Oberflächen- bzw. Randverfärbung konnte zu keinem Zeitpunkt ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Es wurden zu den Zeitpunkten BL, 3, 6 und 12 Monaten in allen Gruppen vorwiegend Score 1 Bewertungen vergeben, welche im zeitlichen Verlauf abnehmend waren, jedoch in allen Gruppen zum Zeitpunkt 12 Monate noch ca. 70% betragen. Zum Zeitpunkt 24 Monate entfielen auf Premise in der SEE-Gruppe nur noch 48,1% Score 1 Bewertungen während auf SonicFill 66,7% entfielen. Analog verhielt sich dies in der SEA-Gruppe, wohingegen hier auf SonicFill 48,1% der Score 1 Bewertungen entfielen und auf Premise 66,7%. Insgesamt ist jedoch zu konstatieren, dass unter der Vorbehandlung SEE für beide Komposite fast ausschließlich Score 1 und 2 Bewertungen vergeben wurden. Dies würde belegen, dass eine selektive Schmelzätzung einen besseren Randschluss gewährleistet wie es in mehreren in vitro Studien gezeigt werden konnte (s. 5.1.2).

Ähnliche Ergebnisse wurden in einer klinischen Studie von Bayraktar et al. beobachtet, in welcher SonicFill mit dem ein-Schritt selbstkonditionierenden Adhäsivsystem Optibond All-in-One (Kerr) ohne selektive Schmelzätzung und ohne Schmelzrandanschrägung zur Anwendung kam und anhand der USPHS-Kriterien evaluiert wurde. Hierbei wurde zu allen Untersuchungszeitpunkten der Score Alpha vergeben. (110)

In einer Studie von Alkurdi et al. kam SonicFill mit dem Universaladhäsiv Tetric N-Bond (Ivoclar Vivadent) unter vorheriger Ätzung mittels Phosphorsäure, jedoch ebenfalls ohne Schmelzrandanschrägung zum Einsatz. SonicFill wurde verglichen mit einem weiteren Bulk-Fill-Material (Tetric N Ceram Bulk-Fill, Ivoclar) sowie einem Universalkomposit (Tetric EvoCeram, Ivoclar). Die Bewertung erfolgte ebenfalls anhand der USPHS-Kriterien. Hierbei entfielen auf SonicFill ausschließlich die



Bewertung Alpha (n=18) und Bravo (n=2) während das Universalkomposit etwas schlechter bewertet wurde und ein Score Charlie erhielt. (84)

Atabek et al. verglich in einer Studie SonicFill mit einem Nano-Hybridkomposit (Herculite Ultra, Kerr) unter Vorbehandlung mit dem ein-Schritt selbstkonditionierenden Adhäsivsystem Optibond All-in-One (Kerr) ohne selektive Schmelzätzung. Die Bewertung erfolgte ebenfalls anhand der USPHS-Kriterien. Dabei wurden SonicFill und Herculite gleich bewertet und zum Zeitpunkt 24 Monate ausschließlich die Scores Alpha (96,67%) und Beta (3,33%) vergeben. (109)

### 5.2.1.3 A3 Farbstabilität und Transluzenz

Für das Kriterium Farbstabilität und Transluzenz wurden in den Gruppen SEE und SEA statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Kompositen festgestellt. In der Gruppe SEE entfielen zum Zeitpunkt 24 Monate auf Premise (66,7%) doppelt so viele Score 1 Bewertungen wie auf SonicFill (33,3%). Zu den vorherigen Untersuchungszeitpunkten entfielen auf Premise stets deutlich mehr Score 1 Bewertungen, welche 75% nicht unterschritten, als auf SonicFill. In der SEA-Gruppe war dies zu Beginn der Fall. Hierbei entfielen zum Zeitpunkt BL auf Premise 80% Score 1 Bewertungen während diese bei SonicFill 57,1% betrug. Auch zu den Zeitpunkten 3, 6 und 12 Monate wurden schwach signifikante Unterschiede festgestellt. Premise wurde deutlich häufiger (>70%) mit Score 1 bewertet als SonicFill. Auch wurde Premise nur zum Zeitpunkt 24 Monate mit Score 3 (7,4%) bewertet während SonicFill zu jedem Zeitpunkt Score 3 Bewertungen erhielt. Dies wird in den Komposit-Gruppen nochmals verdeutlicht, da beide Komposite trotz unterschiedlicher Vorbehandlungsgruppe annähernd gleiche Bewertungen erhielten.

Da bei Bulk-Fill-Komposite aufgrund ihrer größeren Schichtdicken und der daraus resultierenden größeren Polymerisationstiefe trotzdem eine suffiziente Polymerisation erfolgen muss, ist dies meist nur durch eine erhöhte Transluzenz des Materials zu gewährleisten.

In einer in vitro Studie von Bucuta et al. konnte gezeigt werden, dass SonicFill im Vergleich zu anderen Bulk-Fill-Kompositen (Tetric EvoCeram Bulk Fill – Ivoclar; x-tra fil universal – Voco) eine Transluzenz vergleichbar mit der von konventionellen Kompositen aufweist (24). Dennoch ist bei SonicFill eine höhere Transluzenz im

Vergleich zu Premise zu erkennen, wie auf den in Kapitel 4 dargestellten Abbildungen (Abb. 14-17) zu sehen ist.

In anderen klinischen Studien, welche sich der USPHS-Kriterien zur Evaluierung bedienten, entfielen auf SonicFill ausschließlich die Bewertungen Alpha und Bravo (84, 85, 109, 110).

In der Studie von Atabek et al., in welcher SonicFill mit dem Nano-Hybridkomposit Herculite Ultra (Kerr) verglichen wurde, entfielen auf SonicFill 96,67% Score Alpha Bewertungen während diese bei Herculite Ultra 93,34% betrugten (109).

In der Studie von Alkurdi et al., in der SonicFill mit einem weiteren Bulk-Fill-Komposit (Tetric N Ceram Bulk Fill – Ivoclar) und dem Universalkomposit (Tetric EvoCeram – Ivoclar) verglichen wurde, entfielen auf SonicFill die meisten Alpha Bewertungen (n=18) (84). Hierbei wurde das Universalkomposit schlechter bewertet als SonicFill. Diese beiden zuvor genannten Studien zeigen gegensätzliche Ergebnisse zu dieser Studie.

#### 5.2.1.4 A4 Anatomische Form

Für das Kriterium anatomische Form wurden keine signifikanten Unterschiede in den Gruppen SEE und SEA für die beiden Komposite festgestellt. Auf SonicFill und Premise entfielen in den Gruppen SEE und SEA annähernd gleichviele Score 1 Bewertungen, welche gleichzeitig auch die am Häufigsten vergebene Bewertung darstellte. Lediglich zum Zeitpunkt 24 Monate entfiel auf Premise eine Score 5 Bewertung aufgrund einer Fraktur der Füllung im Bereich der mesialen Randleiste, welche einen konsekutiven Austausch der Füllung bedingte. Allerdings war im zeitlichen Verlauf eine Abnahme der Score 1 Bewertungen festzustellen, was durch die zeitlich bedingte Abrasion begründet sein kann.

In anderen klinischen Studien wurde SonicFill, verglichen mit dieser Studie, im zeitlichen Verlauf fast ausschließlich mit der Bewertung Alpha (USPHS) bewertet (84, 85, 109, 110).

In der Studie von Alkurdi et al. wurde das Universalkomposit (Tetric EvoCeram – Ivoclar) schlechter bewertet als SonicFill (84).

In einer Studie von Ernst et. al wurden die Nanokomposite Filtek Supreme (3M Espe) und Tetric Ceram (Ivoclar) nach 24 Monaten fast ausschließlich mit dem Score Alpha (98%) bewertet (64).

## 5.2.2 Funktionelle Eigenschaften

### 5.2.2.1 B5 Frakturen und Retention

Bei beiden Gruppen SEE und SEA waren sowohl bei SonicFill als auch bei Premise geringfügig Materialabplatzungen zu verzeichnen, jedoch war der Score 1 die am Häufigsten vergebene Bewertung zu allen Zeitpunkten und betrug bis zum Zeitpunkt 12 Monate über 80% in allen Gruppen. Ein kompletter Retentionsverlust wurde bei den zum Recall erschienen Patienten nicht festgestellt.

In vergleichbaren klinischen Studien wurden für SonicFill zu allen Untersuchungszeitpunkten ausschließlich (100%) Score Alpha Bewertungen vergeben (84, 109, 110). Für Premise sind kaum klinisch wissenschaftliche Daten verfügbar. Insgesamt stellen sich die Ergebnisse dieser Studie mit den vergleichbaren vorliegenden Studien etwas schlechter dar.

### 5.2.2.2 B6 Randschluss

Das Kriterium Randschluss gilt gleichermaßen als Prädiktor für Haltbarkeit bzw. Langlebigkeit von Adhäsivsystemen als auch von Kompositrestaurationen. In dieser Studie konnte in allen Gruppen kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Anhand der Ergebnisse hat sich jedoch gezeigt, dass in der Gruppe SEE zu allen Zeitpunkten die beiden Komposite mehr Score 1 Bewertungen erhielten als in der Vergleichsgruppe SEA. Diesem Ergebnis nach zu urteilen könnte man schlussfolgern, dass sich der Effekt der selektiven Schmelzätzung positiv auf den Randschluss auswirkt.

Dies konnte bereits in zahlreichen Studien gezeigt werden und wurde bereits in Kap. 5.1.2 dargelegt (68, 69, 72-74, 82).

Auf die Komposite SonicFill und Premise entfielen im zeitlichen Verlauf annähernd gleichviele Score 1 und Score 2 Bewertungen, wodurch sich ableiten lässt, dass diese ähnliche Resultate hinsichtlich der Adaptation zeigen.

Campos et al. konnte dies in einer in vitro Studie für Bulk-Fill-Komposite zeigen, in welcher er SonicFill mit weiteren Bulk-Fill-Kompositen und einem konventionellen Kontroll-Komposit (Ceram-X) verglich (111).

In den vergleichbaren vorliegenden Studien von Bayraktar et al., Atabek et al., Alkurdi et al. und Akalin et al. wurde SonicFill fast ausschließlich (> 95%) mit dem Score Alpha

bewertet (84, 85, 109, 110). In dieser Studie fielen die Bewertungen insgesamt schlechter aus.

Sadeghi et al. konnte in einer in vivo Studie, in welcher Premise mit einem Microhybrid-Komposit (Point 4 – Kerr) verglichen wurde, ähnliche Ergebnisse nach 18 Monaten für Premise zeigen (112).

In diversen Studien konnte außerdem gezeigt werden, dass SonicFill verglichen mit weiteren Bulk-Fill-Kompositen, ähnliche Eigenschaften hinsichtlich der Entstehung von Microleakages aufweist verglichen mit jenen von konventionellen Kompositen (94, 97, 113). Benetti et al. stellten fest, dass SonicFill im Vergleich zu anderen Bulk-Fill-Materialien, die geringste Polymerisationsschrumpfung aufweist (87). Dies konnte auch von Tiba et al. belegt werden (114). Da die Entstehung von Microleakages häufig durch die Polymerisationsschrumpfung bedingt ist, resultiert daraus ein deutlich geringeres Risiko (93). Allerdings ist auch belegt, dass die Polymerisationsschrumpfung nicht den Alleinigen Faktor für die Spaltbildung darstellt (44, 115, 116).

#### 5.2.2.3 B7 Okklusale Kontur und Abrasion

Für das Kriterium Okklusale Kontur und Abrasion konnte in dieser Studie in allen Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Vor allem in der Gegenüberstellung der Komposite SonicFill und Premise in den Gruppen SEE und SEA entfielen auf beide Komposite während der Untersuchungszeitpunkte BL, 3, 6 und 12 Monate über 95% Score 1 Bewertungen. Lediglich zum Zeitpunkt 24 Monate entfielen in der SEE-Gruppe auf Premise (88,9%) geringfügig weniger Score 1 Bewertungen als auf SonicFill (92,6%).

In den bereits zuvor genannten vorliegenden klinischen Studien wurden ähnliche Ergebnisse beobachtet, obwohl der Studie von Alkurdi et al. zu entnehmen ist, dass das Universalkomposit Tetric EvoCeram zum Zeitpunkt 12 Monate ebenfalls schlechter bewertet wurde als SonicFill (84, 85, 109, 110). Kontrastierend zu Alkurdi et al. konnte in einer in vitro Studie von Barkmeier et al. gezeigt werden, in welcher fünf Komposite (Venus Diamond – Heraeus Kulzer, Filtek Supreme Ultra – 3M Espe, Herculite Ultra – Kerr, Esthet•X HD – Dentsply, Z100 – 3M Espe), unter anderem zwei Bulk-Fill-Komposite (Tetric EvoCeram Bulk Fill – Ivoclar Vivadent, SonicFill – Kerr), auf ihre Abriebbeständigkeit hin untersucht wurden, dass SonicFill eine signifikant höhere Abrasion gegenüber der anderen Komposite aufwies (117).

#### 5.2.2.4 B8 Approximale anatomische Form

Auch für dieses Kriterium konnte in keiner Gruppe ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Allerdings entfielen auf die SEE-Gruppe bei Premise zum Zeitpunkt 24 Monate je eine Score 4 und eine Score 5 Bewertung. Die Score 5 Bewertung beruhte auf der Tatsache, dass es bei einer Füllung zu einer Fraktur der mesialen Randleiste kam, wodurch der Kontaktpunkt ebenfalls verloren ging.

Allerdings ist die Bewertung dieses Kriteriums von vielen Faktoren abhängig, wie z.B. der Größe des vorausgegangenen Defekts, der Wahl des Matrizensystems, der Separation der Zähne durch geeignete Keile (Holz, Kunststoff) sowie der Wahl eines geeigneten Separierings. Einer in vivo Studie von Wirsching et al. ist zu entnehmen, dass nicht nur die Wahl des Matrizensystems (Teilmatrize; Tofflemire-Matrize) sondern auch die Inter- und Intraindividuelle Variabilität Einfluss auf die Stärke des Kontaktpunkts hat (118).

In einer in vitro Studie von Loomans et al. wurde gezeigt, dass die Art der Compositeinbringung (Inkrement- oder Bulk-Fill-Technik) ebenfalls einen entscheidenden Einfluss auf die Stärke des Kontaktpunkts hat (119).

#### 5.2.2.5 B9 Radiologische Untersuchung

Das Kriterium Radiologische Untersuchung wurde nur in indizierten Fällen gemäß dem „ALARA-Prinzip“ angewendet. Dadurch ist eine statistische Auswertung nicht möglich. In einer Übersichtsstudie von Marquillier et al., in welcher alle klinischen Studien, die sich den FDI-Kriterien bedienen, im Zeitraum von 2007 bis 2017 aufgelistet sind, ist zu entnehmen, dass lediglich in fünf von 30 Studien eine radiologische Untersuchung durchgeführt wurde (99).

#### 5.2.2.6 B10 Sicht des Patienten

Für dieses Kriterium konnte ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Es wurden seitens der Patienten in allen Gruppen zu allen Zeitpunkten über 90% Score 1 Bewertungen vergeben. Es entfiel lediglich auf Premise in der Gruppe SEE eine Score 5 Bewertung, welche durch die bereits zuvor genannte Fraktur der mesialen Randleiste bedingt ist und infolge dessen es auch zu Nahrungsimpaktionen mit konsekutiver Traumatisierung der Interdentalpapille kam.

Ähnliche Ergebnisse wurden in anderen klinischen Studien beobachtet (120, 121).

### **5.2.3 Biologische Eigenschaften**

#### **5.2.3.1 C11 Postoperative Hypersensitivität**

Auch für das Kriterium postoperative Hypersensitivität konnte in keiner Gruppe ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden, obwohl sowohl für die Gruppe SEA als auch SEE vereinzelt Hypersensitivitäten zu beobachten waren. Allerdings betrug die Score 1 Bewertungen in allen Gruppen zu allen Zeitpunkten über 90%. Es wäre eventuell zu erwarten gewesen, dass in der Gruppe SEE mehr Hypersensitivitäten aufgetreten wären, da die selektive Schmelzätzung in kleinen Klasse-II-Kavitäten nur schwer zu realisieren ist und folglich meist eine Ätzung des Dentins nicht vermieden werden kann. Allerdings konnte Perdigao et al. in einer in vivo Studie zeigen, in der ein selbstkonditionierendes Adhäsivsystem (Clearfil SE Bond – Kuraray) und ein Total-Etch-System (Prime & Bond NT – Dentsply) zur Anwendung kamen, dass nicht vermehrt postoperative Hypersensitivitäten in der Total-Etch-Gruppe auftraten, sondern dass die Füllungstechnik und der damit verbundene Polymerisationsschrumpfungstress maßgeblich zur Entstehung postoperativer Hypersensitivitäten beitragen (122). Opdam et al. schlussfolgerten in einer Studie, dass eine Polymerisationsschrumpfung zu der Bildung eines Microleakages führt und infolge dessen es durch okklusale Belastungen zu hydrostatischen Druckverschiebungen in den Dentintubuli kommt wodurch eine postoperative Hypersensitivität entsteht (123). In einer vergleichbaren Studie von Alkurdi et al., in der die Total-Etch-Technik zur Anwendung kam, konnten zur Baseline bei allen Kompositen postoperative Hypersensitivitäten beobachtet werden, welche jedoch zum Untersuchungszeitpunkt 12 Monate nicht mehr existent waren (84).

#### **5.2.3.2 C12 Wiederauftreten von Karies**

Ein Wiederauftreten von Karies war vereinzelt in der Gruppe SEE und SEA zu beobachten, jedoch erst zum Zeitpunkt 24 Monate. In den Gruppen SEE, SEA, Premise betrug der Anteil an Score 1 Bewertungen zu allen Zeitpunkten über 95%. Es wäre eventuell zu erwarten gewesen, dass der Anteil an Sekundärkaries in der Gruppe SEA etwas höher gewesen wäre als in der SEE-Gruppe, da wie bereits in Kapitel 5.1.3

erwähnt die selektive Schmelzätzung sich positiv auf die marginale Integrität auswirkt und zu weniger Microleakages führt wodurch konsekutiv die Entstehung von Sekundärkaries ebenfalls reduziert wird (68, 69, 74). Dies war in der Gruppe SEA zum Zeitpunkt 24 Monate zu beobachten, da der Anteil an Score 3 und 4 Bewertungen überwiegt, jedoch nicht signifikant ist. Die Beobachtungen dieser Studie decken sich mit den vergleichbaren klinischen Studien, welche bereits zuvor erwähnt wurden (84, 85, 109, 110).

#### 5.2.3.3 C13 Integrität des Zahnes

Für das Kriterium Integrität des Zahnes wurde ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt und der Anteil an Score 1 Bewertungen betrug in allen Gruppen und zu allen Zeitpunkten ca. 90%.

Auch in den vergleichbaren klinischen Studien wurde dieses Kriterium meist mit  $\geq 90\%$  bewertet (120, 124).

#### 5.2.3.4 C14 Parodontale Reaktion und C15 Angrenzende Mukosa

Hinsichtlich der parodontalen Reaktionen und angrenzenden Mukosa wurden auch keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt. In allen Gruppen betrug der Anteil an Score 1 Bewertungen über 90% zu allen Untersuchungszeitpunkten. Für dieses Kriterium sind allerdings weitere Faktoren, wie z.B. die Tiefe der Füllung, Zustand des Approximalkontakts, der allgemeine orale Zustand bzw. die Plaqueakkumulation, die Randadaptation und die Überkonturierung der Füllung zu berücksichtigen, da diese Faktoren eine Schädigung des Parodonts verursachen können. Auch das Kompositmaterial per se bzw. freie Monomere können eine Reizung des angrenzenden Gewebes verursachen.

In vergleichbaren klinischen Studien wurden ähnliche Ergebnisse beobachtet (120, 124).

#### 5.2.3.5 C16 Oraler und allgemeiner Zustand

Für dieses Kriterium konnte in allen Gruppen ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bis zum Zeitpunkt 12 Monate betrug der Anteil an Score 1 Bewertungen über 95%.

Der orale Zustand trägt maßgeblich zur Integrität und Langlebigkeit der Restauration bei, da eine nicht optimale Mundhygiene das Risiko für eine Sekundärkaries erhöht. Ähnliche Ergebnisse konnten in anderen klinischen Studien beobachtet werden, allerdings wurde dieses Kriterium eher selten angewendet (124, 125).

#### 5.2.4 Dauer der Füllungslegung

Die Zeit, welche für die Füllungslegung benötigt wird, wirkt sich einerseits wirtschaftlich aus und andererseits ist sie ein entscheidender Faktor hinsichtlich der Techniksensitivität, da eine Kontamination mit Speichel oder Blut mit der Dauer der Füllungslegung korreliert. Es sind vergleichsweise wenige Studien verfügbar, welche die Zeit der Füllungslegung beobachtet haben, speziell bei Bulk-Fill-Kompositen. Vianna-de-Pinho et al. konnten in einer vitro Studie zeigen, in welcher Bulk-Fill-Materialien (Filtek Bulk-Fill (3M ESPE), Surefil SDR Flow (Dentsply), Filtek Z350 (3M ESPE)), die jeweils mit einer 1mm-Deckschicht (Filtek P60 (3M ESPE)) versehen wurden gegen ein in Inkrementen eingebrachtes konventionelles Komposit (Filtek P60 (3M ESPE)) verglichen wurde, dass sich ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Zeit der Füllungslegung zwischen den Bulk-Fill-Kompositen und dem konventionellen Komposit feststellen lässt (126). Allerdings wurde die Zeit von Beginn der Ätzung der Kavität bis zum Ende der Polymerisation des letzten Inkrements gemessen, wohingegen in dieser Studie die Zeit ausschließlich für die Applikation des Komposits gemessen wurde. Sie schlussfolgerten, dass die Bulk-Fill-Technik im Vergleich zu der konventionellen Inkrement-Technik eine Zeitersparnis von 20% ausmacht (126). In einer klinischen Studie von Tardem et al., in welcher die Zeit der Füllungslegung sowie postoperative Hypersensitivitäten bei 295 Füllungen verteilt auf sechs Gruppen (1. self-etch/bulk-fill (Spritze); 2. self-etch/bulk-fill (Kapseln); 3. Self-etch/Inkrement-Technik (konventionelles Komposit); 4. selective enamel-etch/bulk-fill (Spritze); 5. selective enamel-etch/bulk-fill (Kapseln); 6. selective enamel-etch/Inkrement-Technik



(konventionelles Komposit)) beobachtet wurden, konnten ebenfalls signifikante Unterschiede bezüglich der Zeit der Füllungslegung festgestellt werden (127). Hierbei wurde allerdings die Zeit von Beginn der Konditionierung der Kavität bis zum Ende der Füllungslegung durch Politur gemessen und ohne das Wissen der Behandler, dass eine Zeitmessung stattfand. Dadurch ist schwer einzuschätzen, welcher Anteil davon rein für die Applikation des Komposits benötigt wurde. Die Ergebnisse zeigten, dass die durchschnittliche Zeit, die in Sekunden pro  $\text{mm}^3$  angegeben wurde, für die Gruppen, in welchen das konventionelle Komposit in Inkrement-Technik zum Einsatz kam mehr als doppelt so lang war wie in den Gruppen, in denen das Bulk-Fill-Komposit in Kapselform zur Anwendung kam (127). Sie schlussfolgerten, dass Bulk-Fill-Komposite aus wirtschaftlicher und technischer Sicht im Vergleich zu konventionellen in Inkrement-Technik applizierten Kompositen einen um 60% geringeren Zeitaufwand mit sich bringen (127). Insgesamt ist zu konstatieren, dass die Ergebnisse dieser Studie vergleichbar mit den zuvor angeführten Studien sind und die Zeitersparnis bei ca. 30% liegt, wie in Abb. 13 zu erkennen ist. Außerdem gilt für eine vergleichbare Zeitmessung die Ausdehnung der Kavität zu beachten, da die Größe bzw. die Anzahl der Flächen den wesentlichen Faktor für die Dauer der Füllungslegung darstellen. In der Studie von Tardem et al. wurde eine Vermessung der Kavitäten (Länge, Breite, Höhe) vor Beginn der Füllungslegung vorgenommen (127). In dieser Studie war die Verteilung der Zähne sowie die Größe der Kavitäten auf die beiden Vorbehandlungsmethoden bzw. innerhalb der Komposite, wie in den Abb. 10 und 11 zu sehen ist, annähernd optimal verteilt, wodurch eine vergleichbare Zeitmessung gewährleistet wird.

## 6. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es, das klinische Verhalten über einen Zeitraum von 24 Monaten von zwei Kompositen in Klasse-II-Kavitäten zu untersuchen, wobei es sich einerseits um ein neu auf den Markt gebrachtes innovatives thixotropes Bulk-Fill-Komposit (SonicFill; Kerr), welches die Eigenschaften eines fließfähigen und modellierbaren Komposits vereint, sowie andererseits um ein konventionelles Nano-Hybridkomposit (Premise; Kerr) handelte. Dabei kam ein selbstkonditionierendes zwei-Schritt-Adhäsivsystem (OptiBond XTR; Kerr), welches einerseits rein selbstkonditionierend und andererseits mit vorheriger selektiver Schmelzätzung, zur Anwendung, bei welchem ebenfalls über einen Zeitraum von 24 Monaten untersucht werden sollte, ob Unterschiede zu beobachten sind. Die Nullhypothesen waren einerseits, dass beide Komposite ein vergleichbares klinisches Verhalten zeigen und andererseits, dass keine Unterschiede hinsichtlich der Vorbehandlungsmethode festzustellen sind.

In dieser kontrollierten prospektiven klinischen Studie im Split-Mouth-Design wurden 70 Patienten, darunter 44 Frauen und 26 Männer (mittleres Alter 40,8 Jahre), welche ihrerseits randomisiert in zwei Gruppen (1. OptiBond XTR + Schmelzkonditionierung; 2. OptiBond XTR – selbstkonditionierend) zu je 35 Patienten aufgeteilt wurden, mit je einer Füllung SonicFill und einer Füllung Premise versorgt, woraus sich eine Gesamtzahl an 140 Füllungen ergab. Insgesamt wurden so vier Gruppen (1. SonicFill vs. Premise – SEE; 2. SonicFill vs. Premise – SEA; 3. Premise – SEE vs. SEA; 4. SonicFill – SEE vs. SEA) generiert. Die Nachuntersuchungen erfolgten zu fünf Zeitpunkten (Baseline, 3, 6, 12, 24 Monate) und die Restaurationen wurde anhand der FDI-Kriterien hinsichtlich ästhetischer, funktioneller und biologischer Eigenschaften evaluiert.

Nach 24 Monaten konnten von ursprünglich insgesamt 140 Füllungen noch 108 nachuntersucht werden. Unter den nachuntersuchten Füllungen war kein Retentionsverlust festzustellen allerdings war eine Füllungsfraktur zum Zeitpunkt 24 Monate zu beobachten. An vier Füllungen war Sekundärkaries aufgetreten, welche zu behandeln war. Statistisch signifikante Ergebnisse waren im direkten Vergleich nur für die ästhetischen Eigenschaften (A1 – Oberflächenglanz, A3 – Farbstabilität und

Transluzenz) festzustellen. Hinsichtlich der funktionellen und biologischen Eigenschaften waren im direkten Vergleich der beiden Kompositmaterialien keine statistisch signifikanten Unterschiede festzustellen ( $p = 0.05$ ).

Das klinische Verhalten des Bulk-Fill-Komposits SonicFill war hinsichtlich der funktionellen Eigenschaften denen des Nano-Hybridkomposits Premise mindestens ebenbürtig.

Hinsichtlich der Vorbehandlungsmethoden konnte nach Auswertung der klinischen Daten ebenfalls im direkten Vergleich kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Dennoch bleibt zu konstatieren, dass eine vorherige selektive Schmelzätzung mit Phosphorsäure in vielen klinischen Studien zu einer besseren marginalen Integrität geführt hat und dies weiterhin den Goldstandard darstellt.

Die erste Nullhypothese, dass beide Kompositmaterialien nach einer Liegedauer von 24 Monaten vergleichbare klinische Ergebnisse zeigen sollen, kann somit akzeptiert werden.

Die zweite Nullhypothese, dass sich klinisch kein Unterschied hinsichtlich der Vorbehandlungsmethode feststellen lässt, kann ebenfalls akzeptiert werden.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Berry TG, Summitt JB, Chung AKH, Osborne JW. AMALGAM AT THE NEW MILLENNIUM. The Journal of the American Dental Association. 1998;129(11):1547-56.
2. Van Meerbeek B, Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. Operative dentistry. 2003;28(3):215-35.
3. van Dijken JWV, Pallesen U. Randomized 3-year Clinical Evaluation of Class I and II Posterior Resin Restorations Placed with a Bulk-fill Resin Composite and a One-step Self-etching Adhesive. J Adhes Dent. 2015;17(1):81-8.
4. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A Critical Review of the Durability of Adhesion to Tooth Tissue: Methods and Results. Journal of Dental Research. 2005;84(2):118-32.
5. Abbas G, Fleming GJP, Harrington E, Shortall ACC, Burke FJT. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. Journal of Dentistry. 2003;31(6):437-44.
6. Rotta M, Bresciani P, Moura SK, Grande RH, Hilgert LA, Baratieri LN, et al. Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding resin on bonding effectiveness of self-etching systems to enamel. J Adhes Dent. 2007;9(6):537-45.
7. Erhardt MCG, Cavalcante LMA, Pimenta LAF. Influence of Phosphoric Acid Pretreatment on Self-Etching Bond Strengths. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2004;16(1):33-40.
8. Van Meerbeek B, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized controlled study evaluating the effectiveness of a two-step self-etch adhesive with and without selective phosphoric-acid etching of enamel. Dental Materials. 2005;21(4):375-83.
9. Hellwig E, Schäfer E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung : Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie. 7. überarbeitete Auflage ed. Köln2018.
10. Kappert HF, Eichner K. Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung : 2. Werkstoffe unter klinischen Aspekten. 6., vollst. überarb. u. erw. Aufl. ed. Stuttgart u.a.2008.
11. Ferracane JL. Resin composite—State of the art. Dental Materials. 2011;27(1):29-38.
12. Behr M. Werkstoffkunde in der Zahnmedizin : moderne Materialien und Technologien. In: Ilie N, Rosentritt M, Lohbauer U, editors. Stuttgart2018.
13. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. Journal of Prosthetic Dentistry. 1983;50(4):480-8.
14. Lawson NC, Burgess JO. Wear of nanofilled dental composites at varying filler concentrations. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. 2015;103(2):424-9.
15. Saunders SA. Current practicality of nanotechnology in dentistry. Part 1: Focus on nanocomposite restoratives and biomimetics. Clin Cosmet Investig Dent. 2009;1:47-61.
16. Ernst C-P. Update Komposite: Einführung – Teil 2 2010 [Available from: [https://www.zmk-aktuell.de/fachgebiete/zahnerhaltung/story/update-komposite-einfuehrung--teil-2\\_3922.html](https://www.zmk-aktuell.de/fachgebiete/zahnerhaltung/story/update-komposite-einfuehrung--teil-2_3922.html)].
17. Ernst C-P, Brandenbusch M, Meyer G, Canbek K, Gottschalk F, Willershausen B. Two-year clinical performance of a nanofiller vs a fine-particle hybrid resin composite. Clinical Oral Investigations. 2006;10(2):119–25.
18. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. The Journal of the American Dental Association. 2003;134(10):1382-90.
19. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. Operative Dentistry. 2013;38(6):618-25.
20. Ilie N, Keßler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. Journal of Dentistry. 2013;41(8):695-702.
21. Frankenberger R. Adhäsiv-Fibel : adhäsive Zahnmedizin – Wege zum klinischen Erfolg. Praxisorientiertes und praxiswirksames Expertenwissen für Zahnärzte. 3., überarb. und erw. Aufl. ed. Balingen2013.

22. Ilie N, Stawarczyk B. Bulk-Fill-Komposite: neue Entwicklungen oder doch herkömmliche Komposite? ZMK 2014;30(3 ):90–7.
23. Ernst C-P. Schicht im Schacht: aktuelle Betrachtung zum Thema Bulk-Fill- versus Schichttechnik bei direkten Seitenzahn-Kompositrestaurationen. ZMK. 2015;31(11):704-19.
24. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. Clinical Oral Investigations. 2014;18(8):1991-2000.
25. Nanci A. Ten Cate's Oral Histology - E-Book: Development, Structure, and Function: Elsevier Health Sciences; 2017.
26. Jefferson RP, Saulo P, Marcos V, Newton FJ. State of the Art of Dental Adhesive Systems. Current Drug Delivery. 2018;15(5):610-9.
27. Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. Journal of Dental Research. 1955;34(6):849-53.
28. Månson-Rahemtulla B, Retief DH, Jamison HC. Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1984;51(4):495-8.
29. Gottlieb EW, Retief DH, Jamison HC. An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I: Tensile bond strength studies. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1982;48(1):48-51.
30. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the Pattern of Acid Etching of Human Dental Enamel Examined by Scanning Electron Microscopy. Caries Research. 1975;9(5):373-87.
31. Opdam NJM, Roeters JJM, Kuijs R, Burgersdijk RCW. Necessity of bevels for box only Class II composite restorations. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1998;80(3):274-9.
32. Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current Concepts On Adhesion To Dentin. Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists. 1997;8:306-35.
33. Tezvergil A, Pashley DH, Mutluay M. Long-Term Durability of Dental Adhesives. Current Oral Health Reports. 2015;2.
34. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning Electron Microscopy of Cut Tooth Surfaces and Identification of Debris by Use of the Electron Microprobe. Journal of Dental Research. 1970;49(6):1359-68.
35. Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function. Proc Finn Dent Soc. 1992;88 Suppl 1:215-24.
36. Pashley DH. Clinical correlations of dentin structure and function. Journal of Prosthetic Dentistry. 1991;66(6):777-81.
37. Haller B, Blunck U. Übersicht und Wertung der aktuellen Bondingsysteme. Zahnärztliche Mitteilungen. 2003;99(7):48-58.
38. Cardoso M, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. Australian Dental Journal. 2011;56(s1):31-44.
39. Moritz A, Lindenberger R, Marvastian L, Wernisch J. Der adhäsive Verbund. Prodentale 2009;1:4-9.
40. Kugel G, Ferrari M. THE SCIENCE OF BONDING: FROM FIRST TO SIXTH GENERATION. The Journal of the American Dental Association. 2000;131:20S-5S.
41. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. Journal of Biomedical Materials Research. 1982;16(3):265-73.
42. Bowen RL. Adhesive Bonding of Various Materials to Hard Tooth Tissues. II. Bonding to Dentin Promoted by a Surface-active Comonomer. Journal of Dental Research. 1965;44(5):895-902.
43. Causton BE. Improved bonding of composite restorative to dentine. A study in vitro of the use of a commercial halogenated phosphate ester. British Dental Journal. 1984;156(3):93-5.
44. Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer A. The Competition between the Composite-Dentin Bond Strength and the Polymerization Contraction Stress. Journal of Dental Research. 1984;63(12):1396-9.
45. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Carvalho RM, Russell CM. Bond strength versus dentine structure: A modelling approach. Archives of Oral Biology. 1995;40(12):1109-18.

46. Tao L, Pashley DH. Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatments, depth and position. *Dental Materials*. 1988;4(6):371-8.
47. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological Aspects of the Resin-Dentin Interdiffusion Zone with Different Dentin Adhesive Systems. *Journal of Dental Research*. 1992;71(8):1530-40.
48. Van Meerbeek B, Conn LJ, Duke ES, Eick JD, Robinson SJ, Guerrero D. Correlative Transmission Electron Microscopy Examination of Nondemineralized and Demineralized Resin-Dentin Interfaces Formed by Two Dentin Adhesive Systems. *Journal of Dental Research*. 1996;75(3):879-88.
49. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int*. 1992;23(1):39-41.
50. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent*. 1992;5(4):213-5.
51. Krejci I, Besek M, Lutz F. Clinical and SEM study of Tetric resin composite in posterior teeth: 12-month results. *American journal of dentistry*. 1994;7:27-30.
52. Watanabe I, Nakabayashi N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence Int*. 1993;25(5):335-42.
53. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley D. Bonding to ground dentin by a Phenyl-P self-etching primer. *Journal of dental research*. 1994;73:1212-20.
54. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental Materials*. 2005;21(9):864-81.
55. Frankenberger R, Strobel WO, Taschner M, Krämer N, Petschelt A. Total Etch vs. Self-Etch - Evaluation klassischer Parameter unterschiedlicher Adhäsivsysteme. *ZWR*. 2004;113(05):188-96.
56. Mine A, De Munck J, Cardoso MV, Van Landuyt KL, Poitevin A, Van Ende A, et al. Dentin-smear remains at self-etch adhesive interface. *Dental Materials*. 2014;30(10):1147-53.
57. Helvey G. Adhesive dentistry: the development of immediate dentin sealing/selective etching bonding technique. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ : 1995)*. 2011;32:22, 4-32, 4.
58. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*. 2017;8(1):1-17.
59. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc*. 2003;69(11):726-31.
60. Hickel R, Peschke A, Tyas MJ, Mjör I, Bayne S, Peters M, et al. FDI World Dental Federation - Clinical Criteria for the Evaluation of Direct and Indirect Restorations. Update and Clinical Examples. *J Adhes Dent*. 2010;12(4):259-72.
61. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjör IA, Peters M, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clinical Oral Investigations*. 2007;11(1):5-33.
62. Association AD. Acceptance Programm guidelines: Tooth-colored restorative materials for posterior teeth. Council on Scientific Affairs. 2003.
63. Perdigao J, Dutra-Correa M, Anauate-Netto C, Castilhos N, Carmo A, Lewgoy H, et al. Two-year Clinical Evaluation of Self-etching Adhesives in Posterior Restorations. *The journal of adhesive dentistry*. 2009;11:149-59.
64. Ernst C-P, Brandenbusch M, Meyer G, Canbek K, Gottschalk F, Willershausen B. Two-year clinical performance of a nanofiller vs a fine-particle hybrid resin composite. *Clinical Oral Investigations*. 2006;10(2):119-25.
65. Just BA, Rudolph H, Mucic R. Klinische Studien in der Zahnmedizin – und was dahinter steckt. *ZWR*. 2012;121(10):478-86.
66. Association AD. Acceptance Programm guidelines: Resin based composites for posterior restorations. Council on Scientific Affairs. 2001.
67. Soliman S, Preidl R, Karl S, Hofmann N, Krastl G, Klaiber B. Influence of Cavity Margin Design and Restorative Material on Marginal Quality and Seal of Extended Class II Resin Composite Restorations In Vitro. *J Adhes Dent*. 2016;18(1):7-16.

68. Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dental Materials*. 2005;21(5):397-412.
69. Frankenberger R, Schipper HM, Roggendorf MJ. Adhäsivtechnik 2010 - Etch-and-Rinse- oder Self-Etch-Systeme? *Quintessenz*. 2010;61(5):537-42.
70. Swanson TK, Feigal RJ, Tantbirojn D, Hodges JS. Effect of adhesive systems and bevel on enamel margin integrity in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent*. 2008;30(2):134-40.
71. Coelho-De-Souza FH, Camargo JC, Beskow T, Balestrin MD, Klein-Júnior CA, Demarco FF. A randomized double-blind clinical trial of posterior composite restorations with or without bevel: 1-year follow-up. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(2):174-9.
72. Erickson RL, Barkmeier WW, Kimmes NS. Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel. *Dental Materials*. 2009;25(10):1187-94.
73. Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Scheidel DD, Watanabe H, Erickson RL, et al. Influence of water storage on fatigue strength of self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*. 2015;43(12):1416-27.
74. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf M, Naumann M, Taschner M. Selective enamel etching reconsidered: Better than etch-and-rinse and self-etch? *The journal of adhesive dentistry*. 2008;10:339-44.
75. Suda S, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Nojiri K, Nagura Y, Takamizawa T, et al. Comparison of enamel bond fatigue durability between universal adhesives and two-step self-etch adhesives: Effect of phosphoric acid pre-etching. *Dental Materials Journal*. 2018;37(2):244-55.
76. Pouyanfar H, Tabaii ES, Aghazadeh S, Nobari SPTN, Imani MM. Microtensile Bond Strength of Composite to Enamel Using Universal Adhesive with/without Acid Etching Compared To Etch and Rinse and Self-Etch Bonding Agents. *Open Access Maced J Med Sci*. 2018;6(11):2186-92.
77. Heintze SD, Monreal D, Peschke A. Marginal Quality of Class II Composite Restorations Placed in Bulk Compared to an Incremental Technique: Evaluation with SEM and Stereomicroscope. *J Adhes Dent*. 2015;17(2):147-54.
78. Rengo C, Goracci C, Juloski J, Chieffi N, Giovannetti A, Vichi A, et al. Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Australian Dental Journal*. 2012;57(2):220-6.
79. Hoshika S, Kameyama A, Suyama Y, De Munck J, Sano H, Van Meerbeek B. GPDM- and 10-MDP-based Self-etch Adhesives Bonded to Bur-cut and Uncut Enamel - "Immediate" and "Aged"  $\mu$ TBS. *J Adhes Dent*. 2018;20(2):113-20.
80. Walter R, Swift JEJ, Boushell LW, Braswell K. Enamel and Dentin Bond Strengths of a New Self-Etch Adhesive System. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2011;23(6):390-6.
81. SEZINANDO A, PERDIGÃO J, REGALHEIRO R. Dentin Bond Strengths of Four Adhesion Strategies after Thermal Fatigue and 6-Month Water Storage. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2012;24(5):345-55.
82. Takamizawa T, Barkmeier W, Tsujimoto A, Scheidel D, Erickson R, Latta MA, et al. Effect of Phosphoric Acid Pre-etching on Fatigue Limits of Self-etching Adhesives. *Operative dentistry*. 2015;40.
83. Akalin TT, Genc G, Korkmaz Ceyhan Y, Ozturk Bozkurt F. The effect of mouth rinses on the color stability of sonicfill and a nanohybrid composite. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2016;50(2):17-23.
84. Alkurdi R, Abboud S. Clinical evaluation of class II composite: Resin restorations placed by two different bulk-fill techniques. *Journal of Orofacial Sciences*. 2016;8(1):34-9.
85. Akalin TT, Bozkurt FO, Kusdemir M, Ozsoy A, Ozcan M. Clinical Evaluation of Sonic-Activated High Viscosity Bulk-Fill Nanohybrid Resin Composite Restorations in Class II Cavities: A Prospective Clinical Study up to 2 Years. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018;26(3):152-60.
86. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental Materials*. 2014;30(2):149-54.
87. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Operative Dentistry*. 2014;40(2):190-200.

88. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, Tauböck TT. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clinical Oral Investigations*. 2015;19(4):831-40.
89. Ibarra ET, Lien W, Casey J, Dixon SA, Vandewalle KS. Physical properties of a new sonically placed composite resin restorative material. *Gen Dent*. 2015;63(3):51-6.
90. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins. *Operative Dentistry*. 2013;39(4):441-8.
91. Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dental Materials*. 2015;31(3):293-301.
92. Ostapiuk M, Tarczydło B, Surowska B, Orłowski M, Tymczyna B, Bachanek T, et al. Qualitative analysis of the margins of restorations made with different filling resins. *Microscopy Research and Technique*. 2018;81(8):823-31.
93. Farahanny W, Dennis D, Sihombing D. Fracture Resistance of Various Bulk-fill Composite Resins in Class II MOD Cavity on Premolars: An In Vitro Study. *World Journal of Dentistry*. 2019;10:166-9.
94. Eunice C, Margarida A, João C, Filomena B, Anabela P, Pedro A, et al. <sup>99m</sup>Tc in the evaluation of microleakage of composite resin restorations with SonicFill™. An in vitro experimental model. *Open Journal of Stomatology*. 2012;2(4):340-7.
95. Atabek D, Gözde Y, Nurhan Ö. Comparative Mechanical Properties of Bulk-Fill Resins. *Open Journal of Composite Materials*. 2014;04:117-21.
96. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. 2014;42(8):993-1000.
97. Swapna MU, Koshy S, Kumar A, Nanjappa N, Benjamin S, Nainan MT. Comparing marginal microleakage of three Bulk Fill composites in Class II cavities using confocal microscope: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2015;18(5):409-13.
98. Schmalz G, Ryge G. Reprint of Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. *Clinical Oral Investigations*. 2005;9(4):215-32.
99. Marquillier T, Doméjean S, Le Clerc J, Chemla F, Gritsch K, Maurin J-C, et al. The use of FDI criteria in clinical trials on direct dental restorations: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2018;68:1-9.
100. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Challenges to the clinical placement and evaluation of adhesively-bonded, cervical composite restorations. *Dental Materials*. 2013;29(1):10-27.
101. Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD, et al. A New Universal Simplified Adhesive: 6-Month Clinical Evaluation. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2013;25(1):55-69.
102. Perdigão J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, et al. A New Universal Simplified Adhesive: 18-Month Clinical Evaluation. *Operative Dentistry*. 2013;39(2):113-27.
103. Loguercio AD, de Paula EA, Hass V, Luque-Martinez I, Reis A, Perdigão J. A new universal simplified adhesive: 36-Month randomized double-blind clinical trial. *Journal of Dentistry*. 2015;43(9):1083-92.
104. De Paula E, Tay LY, Kose C, Mena-Serrano A, Reis A, Perdigao J, et al. Randomized clinical trial of four adhesion strategies in cervical lesions: 12-month results. *The international journal of esthetic dentistry*. 2015;10:122-45.
105. Lopes LS, Calazans FS, Hidalgo R, Buitrago LL, Gutierrez F, Reis A, et al. Six-month Follow-up of Cervical Composite Restorations Placed With a New Universal Adhesive System: A Randomized Clinical Trial. *Operative Dentistry*. 2016;41(5):465-80.
106. Çakır NN, Demirbuga S. The effect of five different universal adhesives on the clinical success of class I restorations: 24-month clinical follow-up. *Clinical Oral Investigations*. 2019;23(6):2767-76.
107. Kim D, Ahn S-Y, Kim J, Park S-H. Interrater and intrarater reliability of FDI criteria applied to photographs of posterior tooth-colored restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;118(1):18-25.e4.



108. Özgünaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2003;30(2):218-24.
109. Atabek D, Aktaş N, Sakaryali D, Bani M. Two-year clinical performance of sonic-resin placement system in posterior restorations. *Quintessence Int*. 2017;48(9):743-51.
110. Bayraktar Y, Ercan E, Hamidi MM, Çolak H. One-year clinical evaluation of different types of bulk-fill composites. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*. 2017;8(2):e12210.
111. Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. 2014;42(5):575-81.
112. Sadeghi M, Lynch CD, Shahamat N. Eighteen-month clinical evaluation of microhybrid, packable and nanofilled resin composites in Class I restorations. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2010;37(7):532-7.
113. Mosharrafian S, Heidari A, Rahbar P. Microleakage of Two Bulk Fill and One Conventional Composite in Class II Restorations of Primary Posterior Teeth. *J Dent (Tehran)*. 2017;14(3):123-31.
114. Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based composites. *J Am Dent Assoc*. 2013;144(10):1182-3.
115. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *Journal of Dentistry*. 1997;25(6):435-40.
116. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dental Materials*. 2005;21(1):36-42.
117. Barkmeier WW, Takamizawa T, Erickson RL, Tsujimoto A, Latta M, Miyazaki M. Localized and Generalized Simulated Wear of Resin Composites. *Operative Dentistry*. 2015;40(3):322-35.
118. Wirsching E, Loomans BAC, Klaiber B, Dörfer CE. Influence of matrix systems on proximal contact tightness of 2- and 3-surface posterior composite restorations in vivo. *Journal of Dentistry*. 2011;39(5):386-90.
119. Loomans BAC, Opdam NJM, Roeters JFM, Bronkhorst EM, Plasschaert AJM. Influence of Composite Resin Consistency and Placement Technique on Proximal Contact Tightness of Class II Restorations. *J Adhes Dent*. 2006;8(5):305-10.
120. Walter R, Boushell LW, Heymann HO, Ritter AV, Sturdevant JR, Wilder Jr AD, et al. Three-Year Clinical Evaluation of a Silorane Composite Resin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2014;26(3):179-90.
121. Frese C, Schiller P, Staehle HJ, Wolff D. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: A 5-year follow-up. *Journal of Dentistry*. 2013;41(11):979-85.
122. Perdigao J, Geraldini S, Hodges J. Total-etch versus self-etch adhesive: Effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2004;134:1621-9.
123. Opdam NJM, Roeters FJM, Feilzer AJ, Verdonchot EH. Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class 2 resin composite restorations in vivo. *Journal of Dentistry*. 1998;26(7):555-62.
124. Torres CRG, Augusto MG, Mathias-Santamaria IF, Di Nicoló R, Borges AB. Pure Ormocer vs Methacrylate Composites on Posterior Teeth: A Double-blinded Randomized Clinical Trial. *Operative Dentistry*. 2020.
125. Da Rosa Rodolpho PA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguercio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dental Materials*. 2011;27(10):955-63.
126. Vianna-de-Pinho MG, Rego GF, Vidal ML, Alonso RCB, Schneider LFJ, Cavalcante LM. Clinical Time Required and Internal Adaptation in Cavities restored with Bulk-fill Composites. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(12):1107-11.
127. Tardem C, Albuquerque E, Lopes L, Marins S, Calazans F, Poubel L, et al. Clinical time and postoperative sensitivity after use of bulk-fill (syringe and capsule) vs. incremental filling composites: a randomized clinical trial. *Brazilian Oral Research*. 2019;33.

# Anhang

Abb. 21: Dokumentationsbögen FDI-Kriterien modifiziert nach Ernst et al.

**JKU** UNIVERSITÄTSmedizin.  
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde  
 und Parodontologie

**Patientendokumentation**  
**Seite 1**  
**-Behandler-**

**Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz**

Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Studienzahl (FDI Nummer): \_\_\_\_\_

Patienteninitialen: \_\_\_\_\_  
 Behandler: \_\_\_\_\_

Ausgeloste Schmelz-Vorbehandlungsmethode:  
 Optibond XTR selbstkonditionierend an Schmelz und Dentin – aktives Einarbeiten des Primers in Dentin und Schmelz  
 Optibond XTR mit separater Phosphorsäureätzung am Schmelz: aktives Einarbeiten des Primers nur auf Dentin; auf Schmelz nur applizieren

*Patientenaufkleber*  
**Bitte entfernen Sie diese Seite bevor Sie die Dokumentation zur statistischen Auswertung geben.**

Behandlung  
 Restaurationsausdehnung nach Behandlung

Vitalität:  
 + ( )  
 - ( ) = wurzelgefüllt

Verwendetes Restaurationsmaterial:  
 Sonic Fill  
 Premise

Einschluss-/Ausschlusskriterien erfüllt:  
 ja  
 nein

Fotos der Ausgangssituation gemacht:  
 ja  
 nein

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Behandler) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift des Behandlers

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Datum (TT/MM/JJJJ)

Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz



Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_ Patienteninitialen: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nachuntersucher 1: \_\_\_\_\_  
 Studienzahl (FDI Nummer): \_\_\_\_\_ Nachuntersucher 2: \_\_\_\_\_

**Patientendokumentation**  
**Seite 2**  
**-Nachuntersucher-**  
**Baseline**

**Kam es zu einem Vorkommnis oder einer Nebenwirkung?**  
 ja  
 nein  
 Falls Ja, bitte füllen Sie das Adverse Event Formblatt aus

**Kam es zu einem Beinahe Vorkommnis?**  
 ja  
 nein  
 Falls Ja, bitte füllen Sie das (Near) Incident Formblatt aus

**Fotos der Restauration gemacht?**  
 ja  
 nein

Ästhetische Eigenschaften					Funktionelle Eigenschaften					Biologische Eigenschaften						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	
Oberflächen-glantz	Oberflächen-verfärbung	Farb-stabilität und Trans-luzenz	Anatom-Form	Frakturen und Reaktionen	Rand-schluss	Oxidative Korur und Abrasion	Approx-anatom-Form	Radiolog-Unter-suchung	Sichtbar-Patienten	Postop-(Hyper-)Sensivitat und Vitalität des Zahnes	Wieder-treten von Karies, Erosion, Abtragung	Integrität des Zahnes (Schmelz-sprünge, Zahn-frakturen)	Parodont-Realität (Vergleich zu einem Referenz-zahn)	Vor der Behandlung zu erheben!	Angenehm Mundosa Zustand	Oraler und allgem. Zustand
Baseline (Nachuntersucher 1)																
Baseline (Nachuntersucher 2)																

Bewertungen (Note 1-5) entsprechend den klinischen Kriterien in die Felder eintragen

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Nachuntersucher) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.

Unterschrift eines Nachuntersuchers \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Datum (TT/MM/JJJJ)

Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz

Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_ Patienteninitialen: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nachuntersucher 1: \_\_\_\_\_  
 Studienzahl (FDI Nummer): \_\_\_\_\_ Nachuntersucher 2: \_\_\_\_\_

**Patientendokumentation**  
**Seite 3**  
**-Nachuntersucher-**  
**3 Monate**

**Kam es zu einem Vorkommnis oder einer Nebenwirkung?**

ja  
 nein  
 Falls Ja, bitte füllen Sie das Adverse Event Formblatt aus

**Kam es zu einem Beinahe Vorkommnis?**

ja  
 nein  
 Falls Ja, bitte füllen Sie das (Near) Incident Formblatt aus

**Fotos der Restauration gemacht?**

ja  
 nein

Ästhetische Eigenschaften				Funktionelle Eigenschaften						Biologische Eigenschaften					
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Oberflächenglanz	Oberflächenverdübung	Farbstabilität und Transluzenz	Anatom. Form	Frakturen und Retention	Randschluss	Abrasion	Kontaktpunkt: Invasivität von Speiseresten	Radiolog. Untersuchung	Schmerzpatienten	Poatop. Sensibilität und Vitalität des Zahnes	Wieder- auftreten von Karies, Erosion, kariol. Defekten	Integrität des Zahnes (Schmelzsprünge)	Parodont. Reaktion (Vergleich zu einem Referenz-zahn)	Angenehm. mukosa	Oraler und allgemeiner Zustand
3 Monate (Nachuntersucher 1)															
3 Monate (Nachuntersucher 2)															

Bewertungen (Note 1-5) entsprechend den klinischen Kriterien in die Felder eintragen

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Nachuntersucher) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.

Unterschrift eines Nachuntersuchers \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Datum (TTMM/JJJJ)

Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz



Patientendokumentation  
Seite 4  
-Nachuntersucher-  
6 Monate

Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_ Patienteninitialen: \_\_\_\_\_  
Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nachuntersucher 1: \_\_\_\_\_  
Studienzahl (FDI Nummer): \_\_\_\_\_ Nachuntersucher 2: \_\_\_\_\_

Kam es zu einem Vorkommnis oder einer Nebenwirkung?  
 ja  
 nein  
Falls Ja, bitte füllen Sie das Adverse Event Formblatt aus

Kam es zu einem Beinahe Vorkommnis?  
 ja  
 nein  
Falls Ja, bitte füllen Sie das (Near) Incident Formblatt aus

Fotos der Restauration gemacht?  
 ja  
 nein

		Ästhetische Eigenschaften				Funktionelle Eigenschaften				Biologische Eigenschaften								
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	
6 Monate (Nachuntersucher 1)		Oberflächenglanz	Oberflächenverfärbung	Farbstabilität und Transluzenz	Anatom. Form	Fraturen und Rasterlöcher	Randschluss	Absatz	Kontaktpunkt Integrität von Spalte-resten	Radiolog. Untersuchung	Sichtbares Patienten	Postop. Sensibilität und Vitalität des Zahnes	Wieder-aufbau von Karies, Erosion, kariol. Defekten	Integrität des Zahnes (Schmelz-sprünge)	Vor der Behandlung zu erheben!		Parodont. Reaktion (Vergleich zu einem Referenz-zahn)	Angenehm. mukosa Zustand
6 Monate (Nachuntersucher 2)																		

Bewertungen (Note 1-5) entsprechend den klinischen Kriterien in die Felder eintragen

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Nachuntersucher) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.  
Unterschrift eines Nachuntersuchers \_\_\_\_\_ Datum (TTMM/JJJJ) \_\_\_\_\_

Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz



Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_ Patienteninitialen: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nachuntersucher 1: \_\_\_\_\_  
 Studienzahn (FDI Nummer): \_\_\_\_\_ Nachuntersucher 2: \_\_\_\_\_

Patientendokumentation

Seite 5  
-Nachuntersucher-  
1 Jahr

Kam es zu einem Vorkommnis oder einer Nebenwirkung?

ja  
 nein  
 Falls Ja, bitte füllen Sie das Adverse Event Formblatt aus

Kam es zu einem Beinahe Vorkommnis?

ja  
 nein  
 Falls Ja, bitte füllen Sie das (Near) Incident Formblatt aus

Fotos der Restauration gemacht?

ja  
 nein

	Ästhetische Eigenschaften				Funktionale Eigenschaften				Biologische Eigenschaften							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
1 Jahr (Nachuntersucher1)	Oberflächen-glanz	Oberflächen-verfärbung	Farbstabilität und Transluzenz	Anatom. Form	Frakturen und Retention	Randschluss	Abrasion	Kontaktpunkt Integro integrität von Speiseresten	Radiolog. Untersuchung	Sicht des Patienten	Postop. Schmerz und Vitalität des Zahnes	Wiederauftreten von Karies, Erosion, kief. Defekten	Integrität des Zahnes (Schmalzsperränge)	Parodont. Reaktion (Vergleich zu einem Referenz-zahn)	Angew. Mukosa	Oraler und allgem. Zustand
1 Jahr (Nachuntersucher2)																

Bewertungen (Note 1-5) entsprechend den klinischen Kriterien in die Felder eintragen

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Nachuntersucher) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.

Unterschrift eines Nachuntersuchers \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Datum (TTMMJJJJ)

Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz



Patientendokumentation

Seite 6

-Nachuntersucher-  
 2 Jahre

Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_ Patientinitialen: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nachuntersucher 1: \_\_\_\_\_  
 Studienzahl (FDI Nummer): \_\_\_\_\_ Nachuntersucher 2: \_\_\_\_\_

Kam es zu einem Vorkommnis oder einer Nebenwirkung?

- ja
- nein
- Falls Ja, bitte füllen Sie das Adverse Event Formblatt aus

Kam es zu einem Beinahe Vorkommnis?

- ja
- nein
- Falls Ja, bitte füllen Sie das (Near) Incident Formblatt aus

Fotos der Restauration gemacht?

- ja
- nein

		Ästhetische Eigenschaften				Funktionelle Eigenschaften				Biologische Eigenschaften							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
2 Jahre (Nachuntersucher 1)	Oberflächenglanz																
2 Jahre (Nachuntersucher 2)	Oberflächenglanz																
	Farbstabilität und Transluzenz																
	Anatom. Form																
	Frühen- und Retention																
	Randschluss																
	Abrieb																
	Kontakt-irritation																
	Radio-Untersuchung																
	Sicheres Patienten																
	Postop. Sensibilität und Vitalität des Zahnes																
	Wieder- auftreten von Karies, Erosion, kalf. Defekten																
	Integrität des Zahnes (Schmelz-sprünge)																
	Parodont Reaktion (Vergleich zu einem Referenz-zahn)																
	Angrenz. Mukosa Zustand																

Bewertungen (Note 1-5) entsprechend den klinischen Kriterien in die Felder eintragen

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Nachuntersucher) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.

Unterschrift eines Nachuntersuchers \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Datum (TT/MM/JJJJ)

Anwendungsbeobachtung zu einem thixotropen Komposit-Füllungsmaterial für Seitenzähne unter Berücksichtigung unterschiedlicher Vorbehandlungsmaßnahmen am Zahnschmelz



Randomisierungsnummer: \_\_\_\_\_ Patienteninitialen: \_\_\_\_\_  
Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nachuntersucher 1: \_\_\_\_\_  
Studienzahl (FDI Nummer): \_\_\_\_\_ Nachuntersucher 2: \_\_\_\_\_

Patientendokumentation  
Seite 7  
-Nachuntersucher-  
Patientenabschluss

Hat der Patient die Studie gemäß Klinischem Prüfplan beendet?

- ja
- nein

Falls Nein, kreuzen Sie bitte den Grund an:

- Restaurationsversagen (siehe dazu Seite „Restaurationsversagen“ am Ende des Prüfbogens
- Vorzeitige Beendigung aufgrund eines Vorkommnisses (Adverse Event Formblatt)
- Patient hat seine Folgetermine nicht wahrgenommen
- Patient hat seine Teilnahme zurückgezogen
- Sonstiges, bitte unter „Kommentare“ erläutern

Kommentare

---

---

---

---

Ich versichere, dass ich diesen Prüfbogen (Patientendokumentation - Nachuntersucher) kontrolliert habe und dass alle Daten vollständig und korrekt sind.

Unterschrift eines Nachuntersuchers \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Datum (TT/MM/JJJJ)



Tab. 9: SonicFill – SEE vs. SEA

SonicFill – SEE vs. SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA
A1	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	22 (62,9%)	15 (42,9%)	13 (39,4%)	11 (32,4%)	12 (34,3%)	10 (32,3%)	11 (36,7%)	4 (13,3%)	4 (14,8%)	4 (14,8%)
	2	12 (34,3%)	19 (54,3%)	18 (54,5%)	22 (64,7%)	19 (57,6%)	20 (64,5%)	16 (53,3%)	25 (83,3%)	16 (59,3%)	19 (70,4%)
	3	1 (2,9%)	1 (2,9%)	2 (6,1%)	1 (2,9%)	2 (6,1%)	1 (3,2%)	3 (10,0%)	1 (3,3%)	7 (25,9%)	4 (14,8%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p=0,234		p=0,642		p=0,787		p=0,044		p=0,584	
A2	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	34 (97,1%)	25 (75,8%)	29 (85,3%)	25 (75,8%)	25 (80,6%)	21 (70,0%)	20 (66,7%)	18 (66,7%)	13 (48,1%)
	2	1 (2,9%)	-	8 (24,2%)	4 (11,8%)	8 (24,2%)	5 (16,1%)	9 (30,0%)	8 (26,7%)	8 (29,6%)	12 (44,4%)
	3	-	1 (2,9%)	-	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	1 (3,7%)	2 (7,4%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p=0,368		p=0,270		p=0,442		p=0,555		p=0,379	
A3	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	22 (62,9%)	20 (57,1%)	20 (60,6%)	19 (55,9%)	20 (60,6%)	17 (54,8%)	17 (56,7%)	16 (53,3%)	9 (33,3%)	12 (44,4%)
	2	10 (28,6%)	11 (31,4%)	10 (30,3%)	11 (32,4%)	10 (30,3%)	10 (32,3%)	10 (33,3%)	10 (33,3%)	12 (44,4%)	9 (33,3%)
	3	3 (8,6%)	4 (11,4%)	3 (9,1%)	4 (11,8%)	3 (9,1%)	4 (12,9%)	3 (10,0%)	4 (13,3%)	6 (22,2%)	6 (22,2%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p=0,867		p=0,904		p=0,850		p=0,917		p=0,651	
A4	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	26 (74,3%)	30 (85,7%)	23 (69,7%)	29 (85,3%)	22 (66,7%)	26 (83,9%)	21 (70,0%)	25 (83,3%)	15 (55,6%)	18 (66,7%)
	2	9 (25,7%)	4 (11,4%)	10 (30,3%)	4 (11,8%)	11 (33,3%)	4 (12,9%)	9 (30,0%)	4 (13,3%)	11 (40,7%)	6 (22,2%)
	3	-	1 (2,9%)	-	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	1 (3,7%)	3 (11,1%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p=0,201		p=0,119		p=0,103		p=0,195		p=0,254	

SonicFill – SEE vs. SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA
B5	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	35 (100%)	35 (100%)	30 (90,9%)	32 (94,1%)	30 (90,9%)	31 (100%)	25 (83,3%)	28 (93,3%)	19 (70,4%)	20 (74,1%)
	2	-	-	-	1 (2,9%)	-	-	1 (3,3%)	-	3 (11,1%)	2 (7,4%)
	3	-	-	2 (6,1%)	-	2 (6,1%)	-	3 (10,0%)	1 (3,3%)	4 (14,8%)	2 (7,4%)
	4	-	-	1 (3,0%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	-	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,7%)	3 (11,1%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,384		p= 0,228		p= 0,538		p= 0,595	
B6	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	28 (80,0%)	30 (85,7%)	21 (63,6%)	17 (50,0%)	21 (63,6%)	14 (45,2%)	16 (53,3%)	12 (40,0%)	7 (25,9%)	7 (25,9%)
	2	7 (20,0%)	5 (14,3%)	11 (33,3%)	17 (50,0%)	11 (33,3%)	16 (51,6%)	13 (43,3%)	16 (53,3%)	18 (66,7%)	15 (55,6%)
	3	-	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	1 (3,2%)	1 (3,3%)	2 (6,7%)	2 (7,4%)	4 (14,8%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,752		p= 0,260		p= 0,322		p= 0,545		p= 0,585	
B7	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	34 (97,1%)	32 (97,0%)	33 (97,1%)	32 (97,0%)	30 (96,8%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	25 (92,6%)	26 (96,3%)
	2	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (3,2%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,7%)	1 (3,7%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,601	
B8	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	32 (91,4%)	31 (88,6%)	29 (87,9%)	29 (85,3%)	29 (87,9%)	26 (83,9%)	26 (86,7%)	26 (86,7%)	22 (81,5%)	20 (74,1%)
	2	2 (5,7%)	3 (8,6%)	3 (9,1%)	3 (8,8%)	3 (9,1%)	3 (9,7%)	3 (10,0%)	3 (10,0%)	4 (14,8%)	4 (14,8%)
	3	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	2 (5,9%)	1 (3,0%)	2 (6,5%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 (3,7%)	3 (11,1%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,898		p= 0,835		p= 0,805		p= 1,000		p= 0,578	

<b>B9</b>	<b>N</b>	20	27	17	24	16	21	-	1	-	-
	<b>1</b>	20 (100%)	27 (100%)	17 (100%)	24 (100%)	16 (100%)	21 (100%)	-	1 (100%)	-	-
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	-		-		-		-		-	
<b>B10</b>	<b>N</b>	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	27 (100%)	25 (92,6%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,491	

SonicFill – SEE vs. SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA
C11	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	35 (100%)	34 (97,1%)	33 (100%)	32 (94,1%)	33 (100%)	30 (96,8%)	30 (100%)	29 (96,7%)	27 (100%)	26 (92,6%)
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	1 (2,9%)	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	2 (5,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	-	1 (3,7%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,493		p= 0,484		p= 1,000		p= 1,000	
C12	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	26 (96,3%)	23 (85,2%)
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	1 (3,7%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (7,4%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,364	
C13	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	35 (100%)	32 (97,0%)	34 (100%)	32 (97,0%)	31 (100%)	29 (96,7%)	30 (100%)	25 (92,6%)	25 (92,6%)
	2	1 (2,9%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,3%)	-	2 (7,4%)	1 (3,7%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,493		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,513	
C14	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	33 (94,3%)	30 (85,7%)	33 (100%)	33 (97,1%)	33 (100%)	30 (96,8%)	30 (100%)	29 (96,7%)	27 (100%)	25 (92,6%)
	2	2 (5,7%)	5 (14,3%)	-	1 (2,9%)	-	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	-	1 (3,7%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,428		p= 1,000		p= 0,484		p= 1,000		p= 0,354	

<b>C15</b>	<b>N</b>	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	31 (88,6%)	31 (88,6%)	32 (97,0%)	33 (97,1%)	32 (97,0%)	30 (96,8%)	30 (100%)	29 (96,7%)	22 (81,5%)	22 (81,5%)
	<b>2</b>	4 (11,4%)	4 (11,4%)	1 (3,0%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	5 (18,5%)	4 (14,8%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,574	
<b>C16</b>	<b>N</b>	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	32 (91,4%)	35 (100%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	19 (70,4%)	19 (70,4%)
	<b>2</b>	3 (8,6%)	-	-	-	-	-	-	-	8 (29,6%)	8 (29,6%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,239		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	

Tab. 10: Premise – SEE vs. SEA

Premise – SEE vs. SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA
A1	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	25 (71,4%)	23 (65,7%)	21 (63,6%)	22 (64,7%)	20 (60,6%)	16 (51,6%)	16 (53,3%)	16 (53,3%)	11 (40,7%)	11 (40,7%)
	2	10 (28,6%)	12 (34,3%)	12 (36,4%)	12 (35,3%)	13 (39,4%)	15 (48,4%)	13 (43,3%)	14 (46,7%)	14 (51,9%)	16 (59,3%)
	3	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	-	2 (7,4%)	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,797		p= 1,000		p= 0,615		p= 0,595		p= 0,344	
A2	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	35 (100%)	25 (75,8%)	28 (82,4%)	23 (69,7%)	24 (77,4%)	20 (66,7%)	21 (70,0%)	13 (48,1%)	18 (66,7%)
	2	1 (2,9%)	-	8 (24,2%)	6 (17,6%)	10 (30,3%)	7 (22,6%)	10 (33,3%)	7 (23,3%)	12 (44,4%)	8 (29,6%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,560		p= 0,577		p= 0,466		p= 0,379	
A3	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	29 (82,9%)	28 (80,0%)	25 (75,8%)	25 (73,5%)	25 (75,8%)	23 (74,2%)	23 (76,7%)	22 (73,3%)	18 (66,7%)	18 (66,7%)
	2	4 (11,4%)	7 (20,0%)	6 (18,2%)	9 (26,5%)	6 (18,2%)	8 (25,8%)	5 (16,7%)	8 (26,7%)	5 (18,5%)	7 (25,9%)
	3	3 (5,7%)	-	2 (6,1%)	-	2 (6,1%)	-	2 (6,7%)	-	4 (14,8%)	2 (7,4%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,242		p= 0,274		p= 0,530		p= 0,257		p= 0,607	
A4	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	27 (77,1%)	29 (82,9%)	24 (72,7%)	28 (82,4%)	24 (72,7%)	26 (83,9%)	22 (73,3%)	26 (86,7%)	15 (55,6%)	19 (70,4%)
	2	7 (20,0%)	5 (14,3%)	8 (24,2%)	5 (14,7%)	8 (24,2%)	4 (12,9%)	8 (26,7%)	3 (10,0%)	9 (33,3%)	5 (18,5%)
	3	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (3,2%)	-	1 (3,3%)	2 (7,4%)	3 (11,1%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	Signifikanz	p= 0,817		p= 0,611		p= 0,509		p= 0,165		p= 0,421	

Premise – SEE vs. SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA
B5	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	35 (100%)	35 (100%)	32 (97,0%)	34 (100%)	32 (97,0%)	31 (100%)	28 (93,3%)	27 (90,0%)	14 (51,9%)	22 (81,5%)
	2	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	-	8 (29,6%)	2 (7,4%)
	3	-	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,3%)	2 (6,7%)	3 (11,1%)	1 (3,7%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,3%)	2 (7,4%)	2 (7,4%)
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,493		p= 1,000		p= 0,503		p= 0,095	
B6	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	33 (94,3%)	27 (77,1%)	22 (66,7%)	17 (50,0%)	21 (63,6%)	15 (48,4%)	17 (56,7%)	13 (43,3%)	9 (33,3%)	6 (22,2%)
	2	2 (5,7%)	8 (22,9%)	11 (33,3%)	17 (50,0%)	12 (36,4%)	14 (45,2%)	13 (43,3%)	14 (46,7%)	13 (48,1%)	16 (59,3%)
	3	-	-	-	-	-	2 (6,5%)	-	3 (10,0%)	4 (14,8%)	5 (18,5%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,084		p= 0,218		p= 0,213		p= 0,168		p= 0,568	
B7	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	33 (97,1%)	32 (97,0%)	30 (96,8%)	29 (96,7%)	29 (96,7%)	24 (88,9%)	25 (92,6%)
	2	-	-	-	1 (2,9%)	1 (3,0%)	1 (3,2%)	1 (3,3%)	1 (3,3%)	3 (11,1%)	2 (7,4%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	
B8	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	33 (94,3%)	30 (85,7%)	30 (90,9%)	29 (85,3%)	30 (90,9%)	26 (83,9%)	28 (93,3%)	25 (83,3%)	22 (81,5%)	19 (70,4%)
	2	1 (2,9%)	3 (8,6%)	2 (6,1%)	3 (8,8%)	2 (6,1%)	3 (9,7%)	1 (3,3%)	3 (10,0%)	3 (11,1%)	7 (25,9%)
	3	1 (2,9%)	2 (5,7%)	1 (3,0%)	2 (5,9%)	1 (3,0%)	2 (6,5%)	1 (3,3%)	2 (6,7%)	-	1 (3,7%)
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	Signifikanz	p= 0,478		p= 0,765		p= 0,685		p= 0,472		p= 0,306	

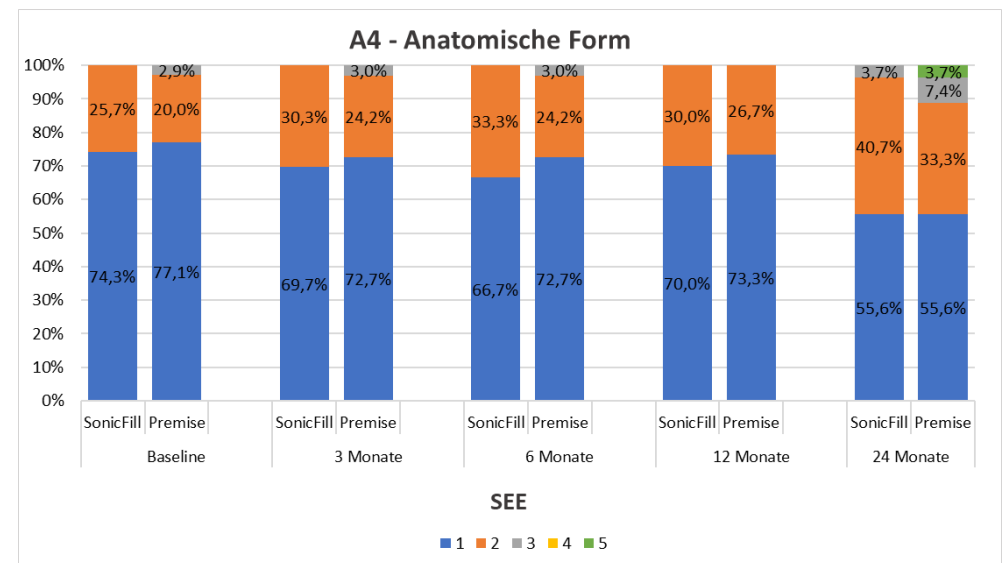
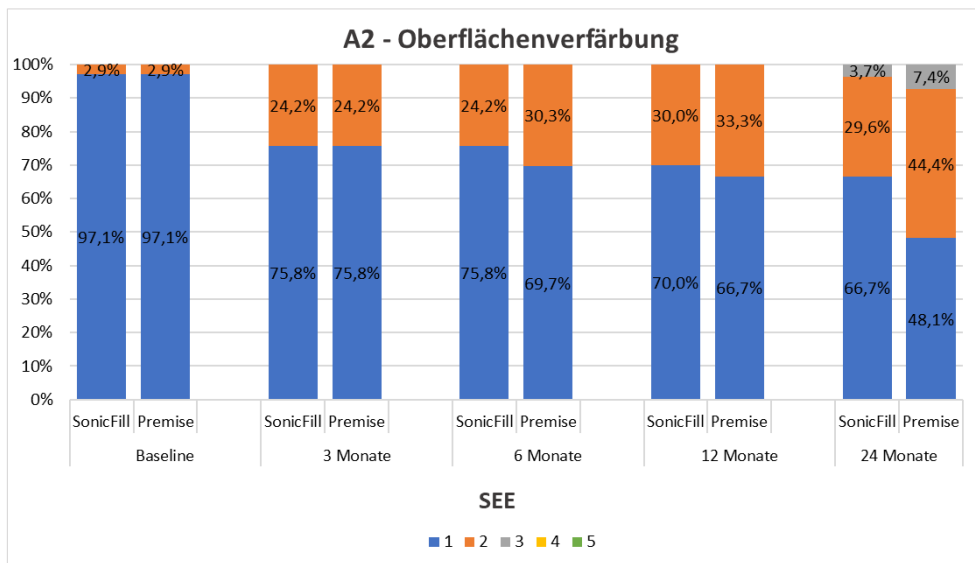
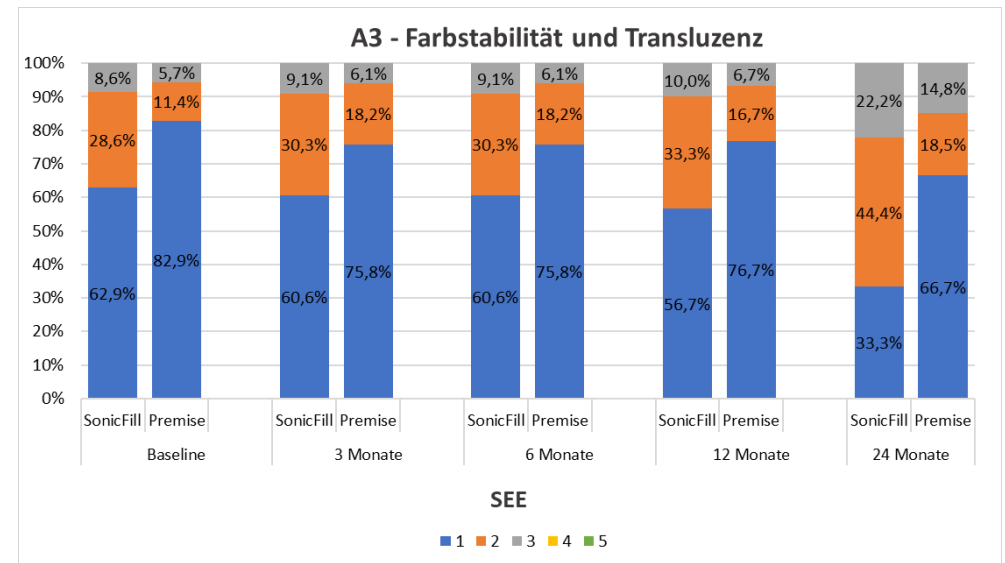
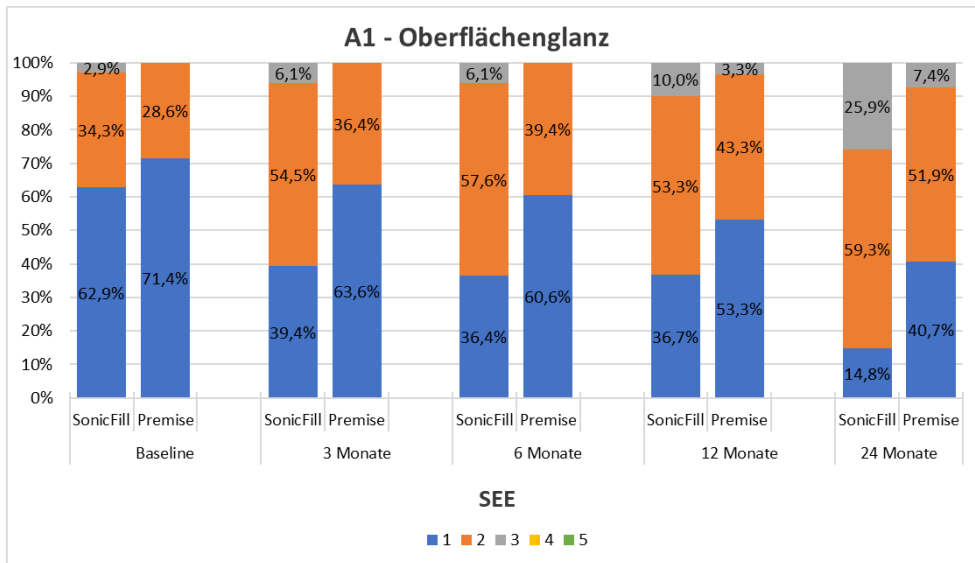
<b>B9</b>	<b>N</b>	17	26	15	24	14	22	-	1	-	1
	<b>1</b>	17 (100%)	26 (100%)	15 (100%)	24 (100%)	14 (100%)	22 (100%)	-	1 (100%)	-	1 (100%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		-		-	
<b>B10</b>	<b>N</b>	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	26 (96,3%)	25 (92,6%)
	<b>2</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (7,4%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,221	

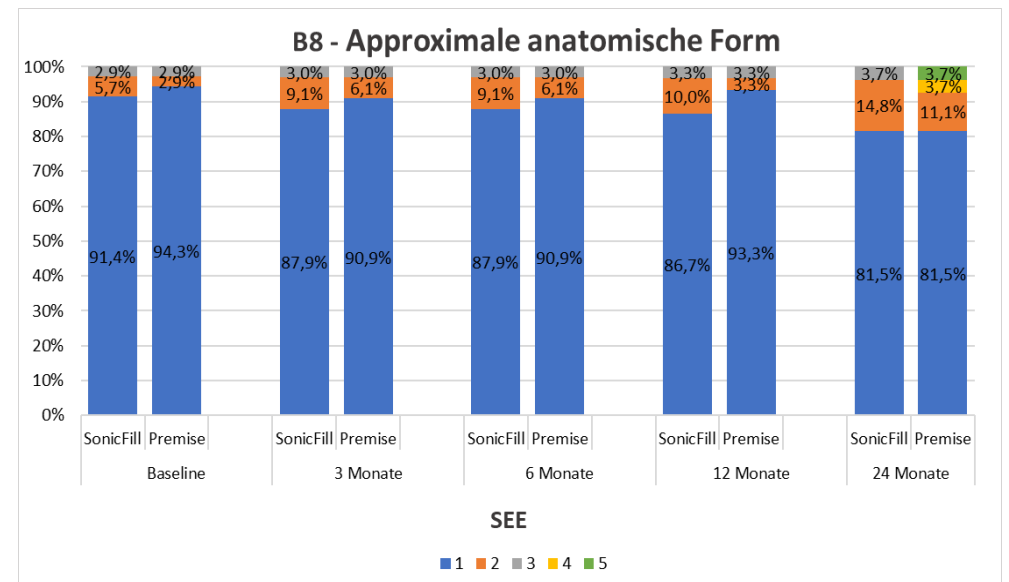
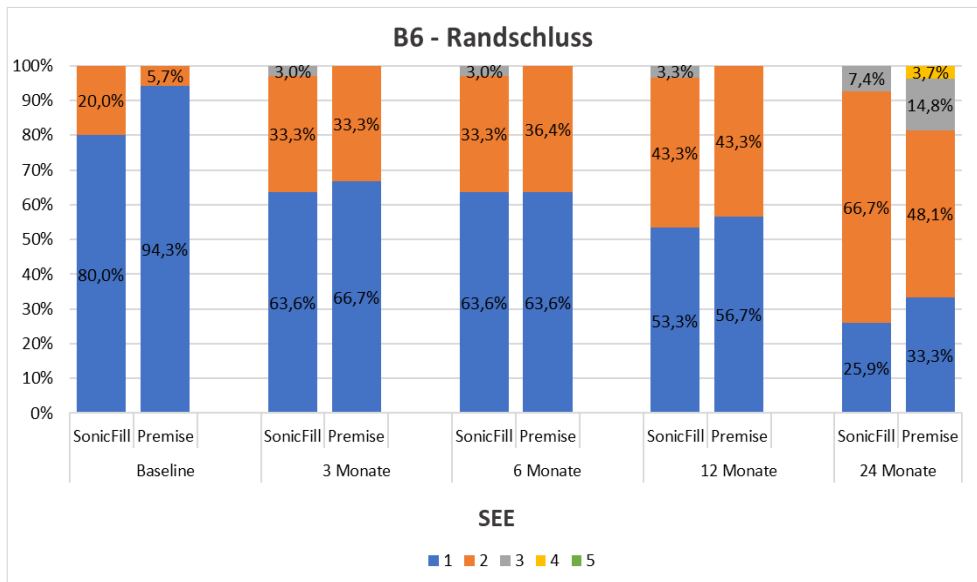
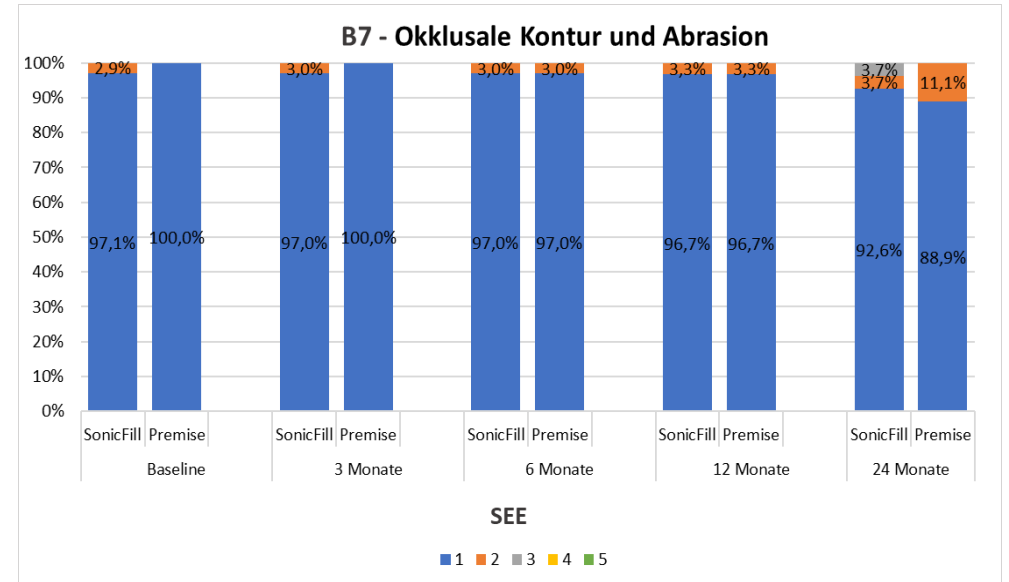
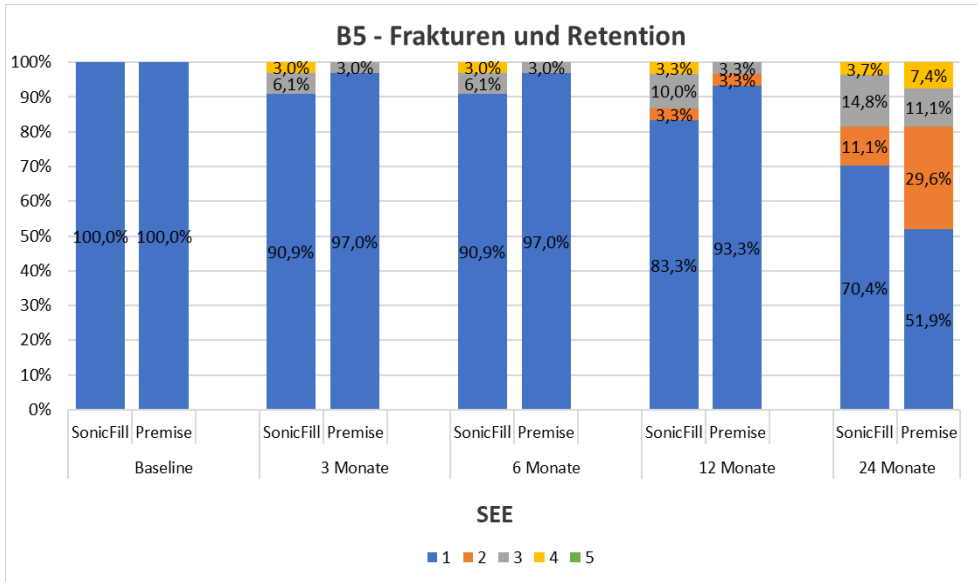


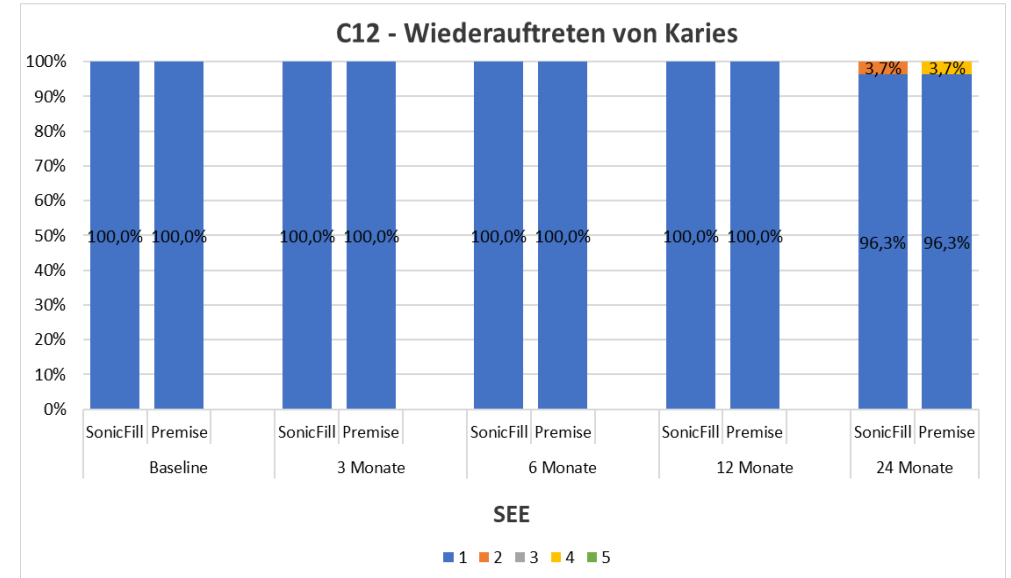
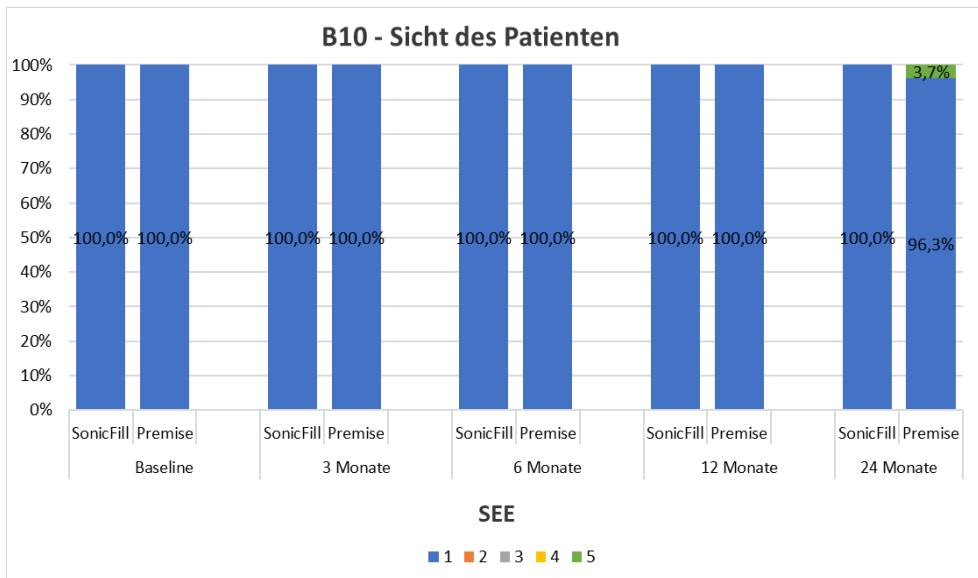
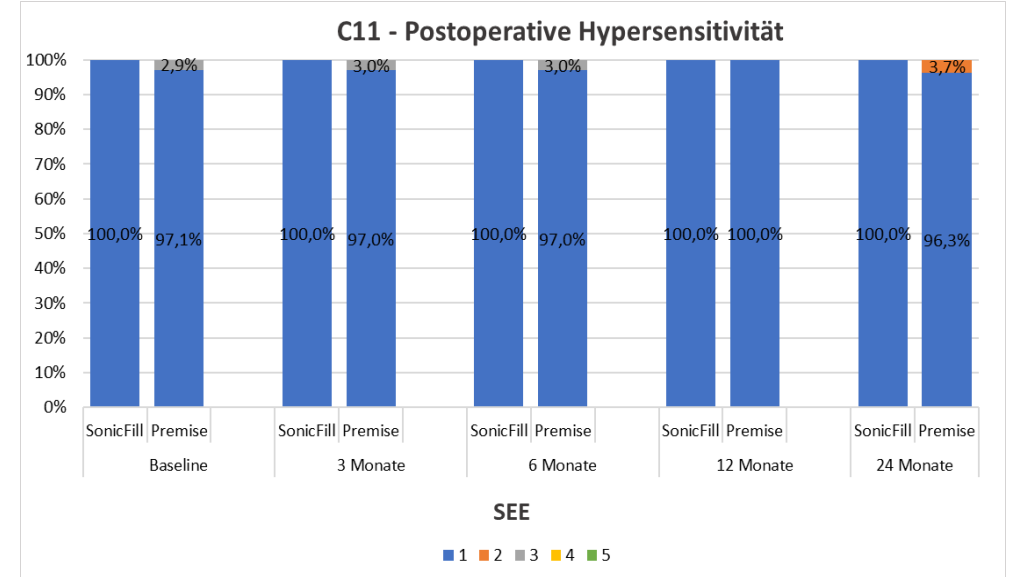
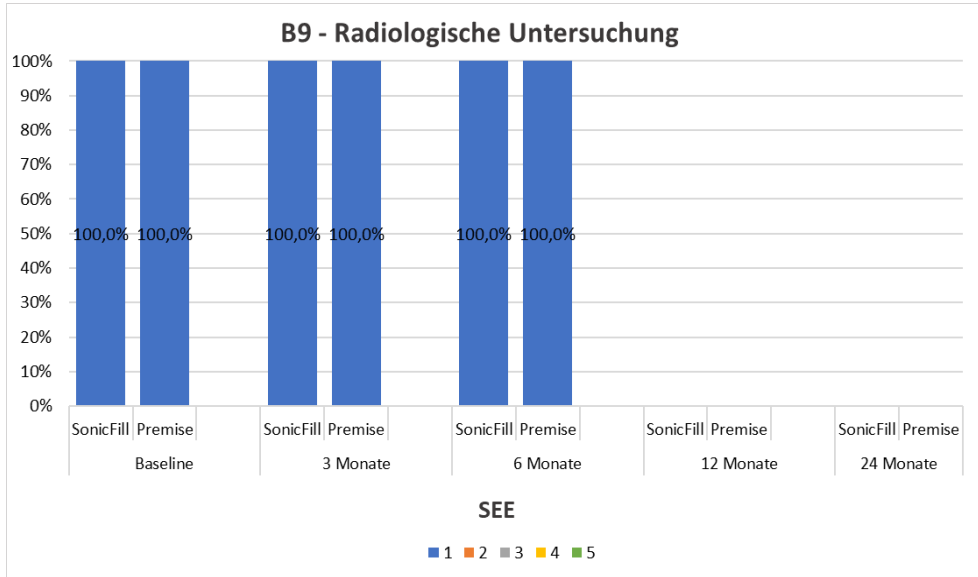
Premise – SEE vs. SEA											
		Baseline		3 Monate		6 Monate		12 Monate		24 Monate	
		SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA	SEE	SEA
C11	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	34 (97,1%)	32 (97,0%)	34 (100%)	32 (97,0%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	26 (96,3%)	27 (100%)
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	3	1 (2,9%)	1 (2,9%)	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,493		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000	
C12	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	35 (100%)	35 (100%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	26 (96,3%)	26 (96,3%)
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,368	
C13	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	34 (97,1%)	35 (100%)	32 (97,0%)	34 (100%)	32 (97,0%)	31 (100%)	29 (96,7%)	30 (100%)	24 (88,9%)	25 (92,6%)
	2	1 (2,9%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,0%)	-	1 (3,3%)	-	2 (7,4%)	2 (7,4%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 1,000		p= 0,493		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,600	
C14	N	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	1	32 (91,4%)	30 (85,7%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	26 (96,3%)	26 (96,3%)
	2	3 (8,6%)	5 (14,3%)	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (3,7%)	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Signifikanz	p= 0,710		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,368	

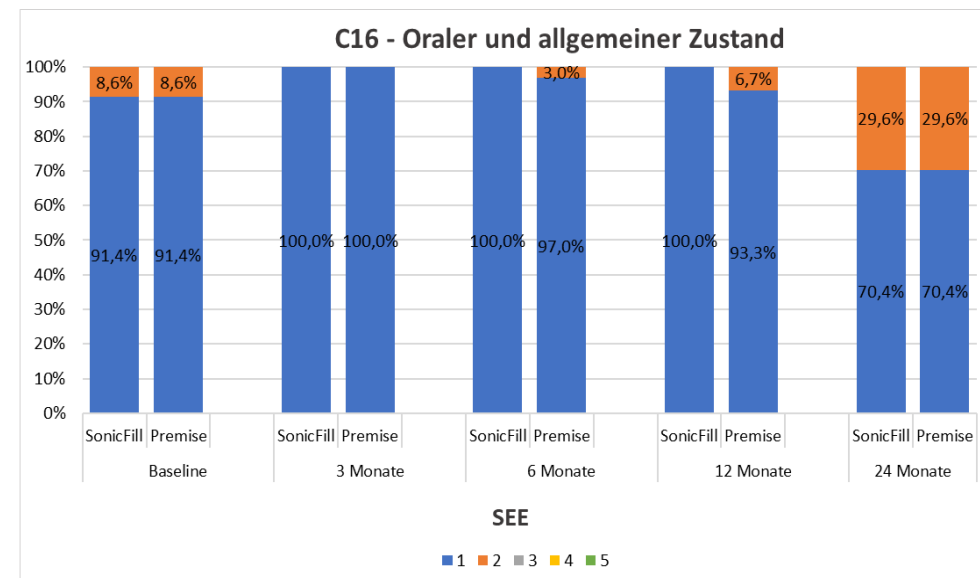
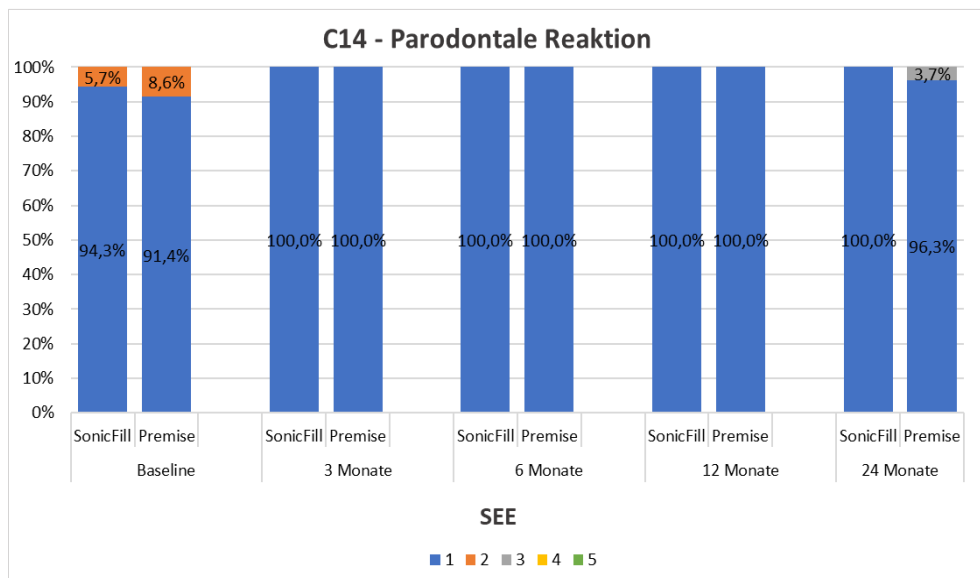
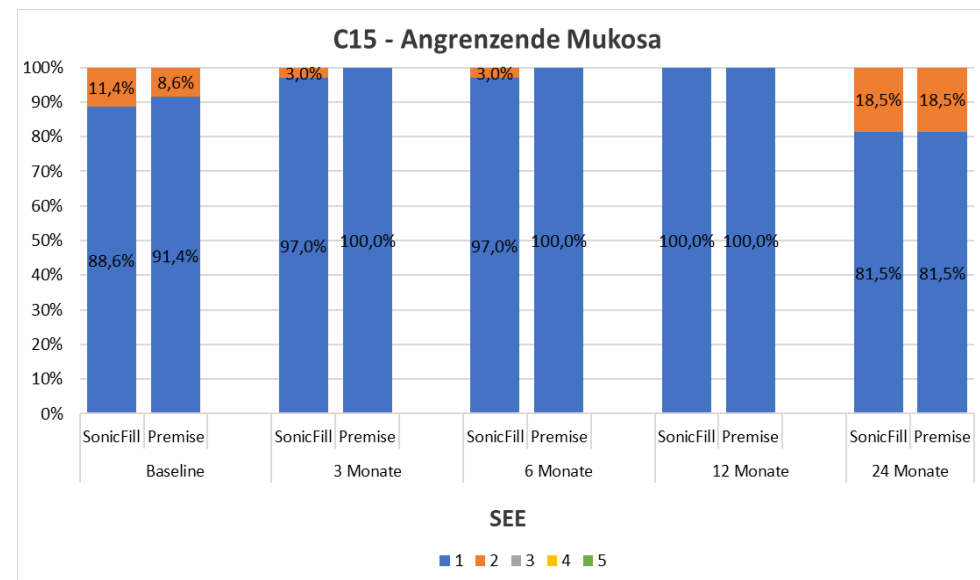
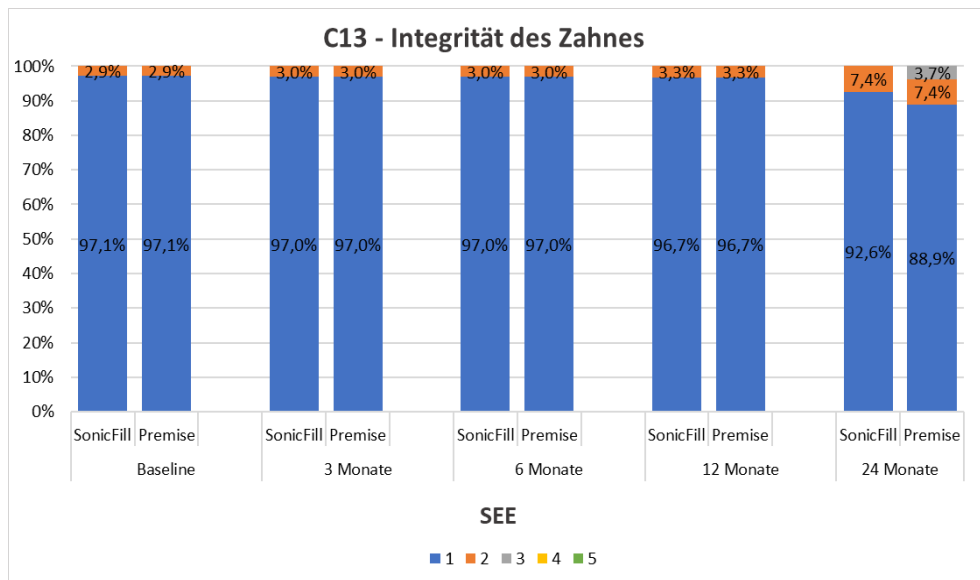
<b>C15</b>	<b>N</b>	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	32 (91,4%)	31 (88,6%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	22 (81,5%)	24 (88,9%)
	<b>2</b>	3 (8,6%)	4 (11,4%)	-	-	-	-	-	-	5 (18,5%)	3 (11,1%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,704	
<b>C16</b>	<b>N</b>	35	35	33	34	33	31	30	30	27	27
	<b>1</b>	32 (91,4%)	34 (97,1%)	33 (100%)	34 (100%)	33 (100%)	31 (100%)	28 (93,3%)	30 (100%)	19 (70,4%)	20 (74,1%)
	<b>2</b>	3 (8,6%)	1 (2,9%)	-	-	-	-	2 (6,7%)	-	8 (29,6%)	7 (25,9%)
	<b>3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>4</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>5</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Signifikanz</b>	p= 0,614		p= 1,000		p= 1,000		p= 0,492		p= 1,000	

**Abb. 22:** Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe SEE – SonicFill vs. Premise im zeitlichen Verlauf

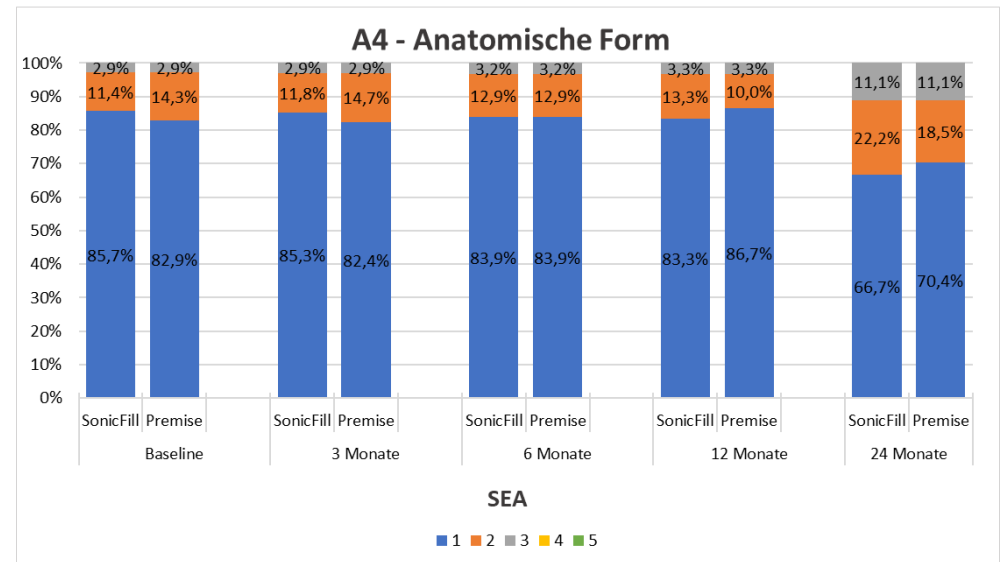
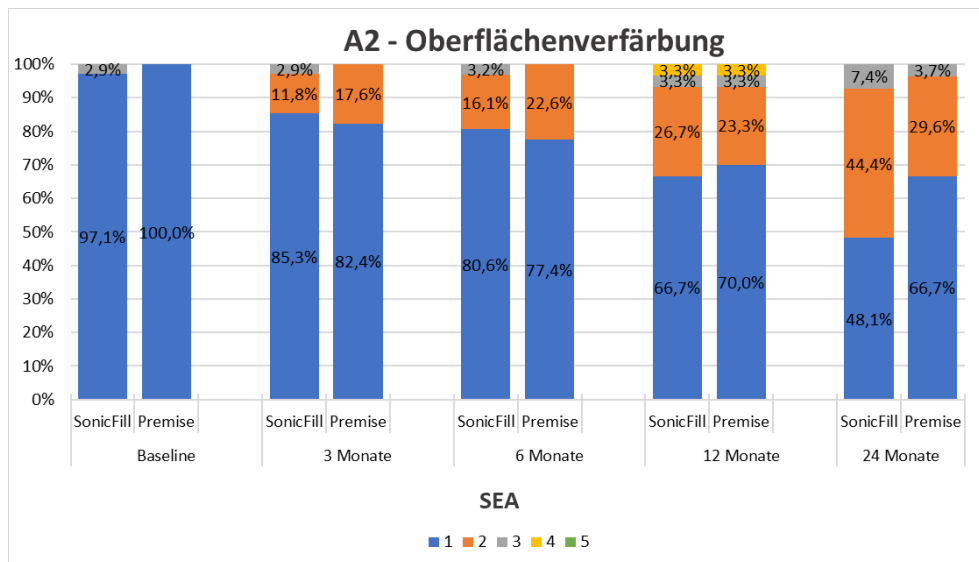
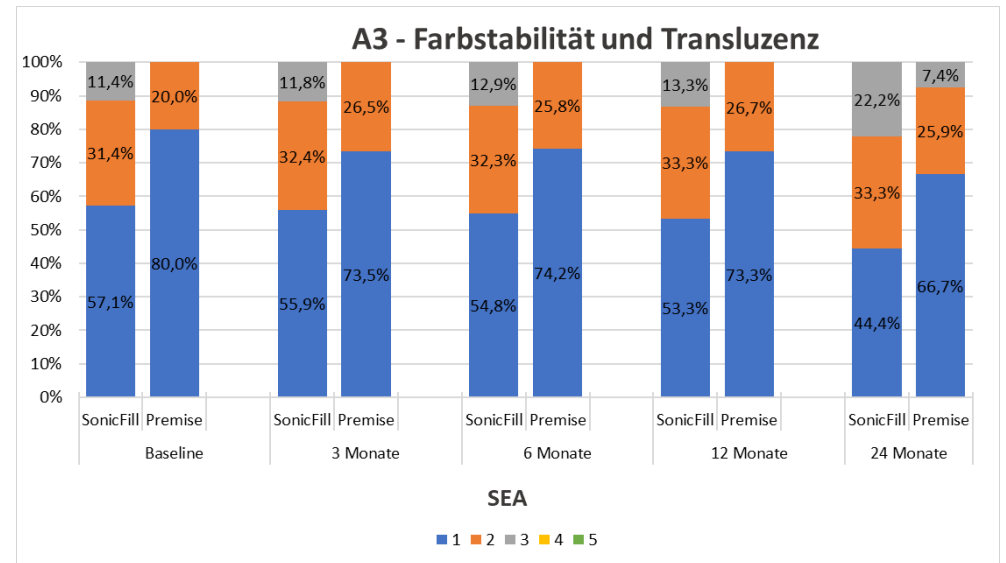
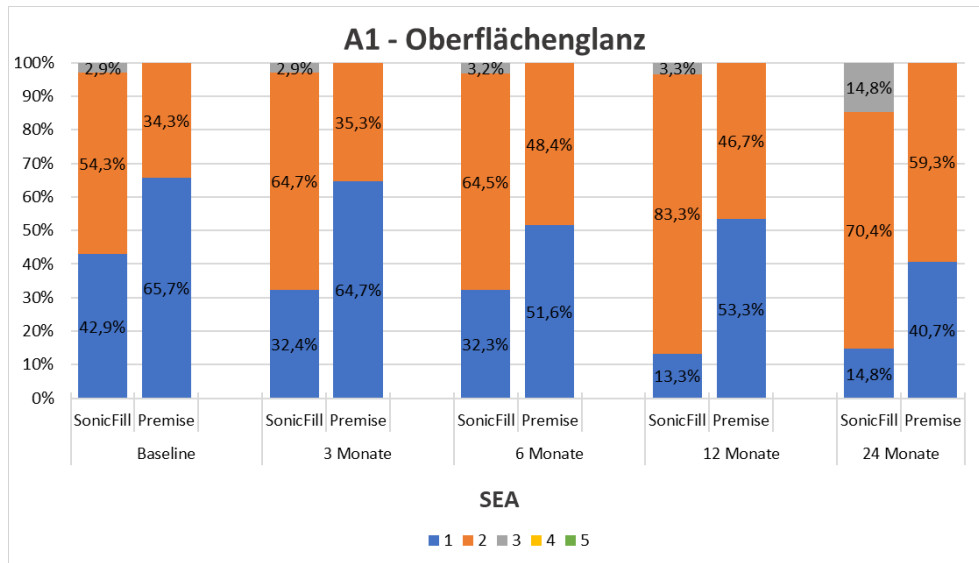


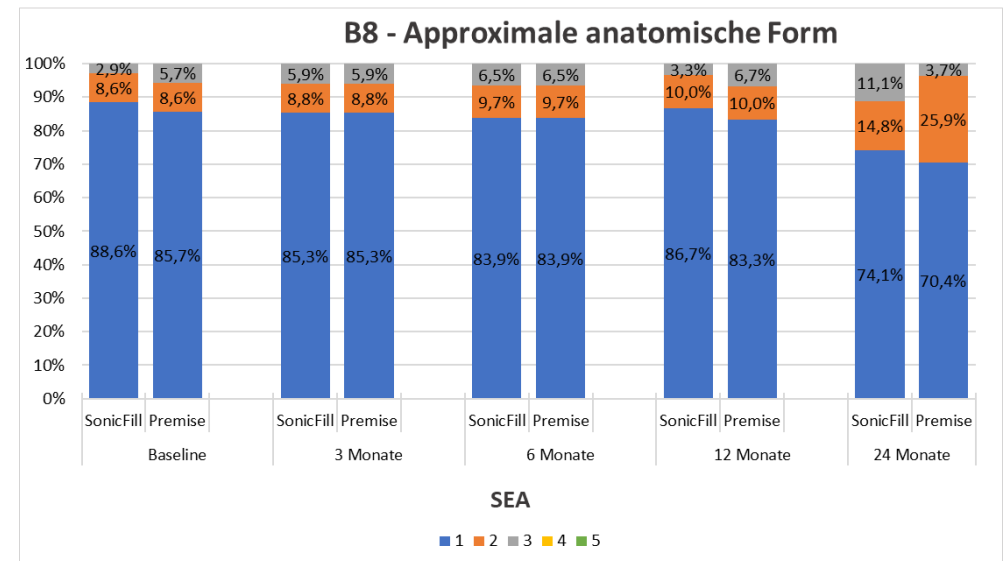
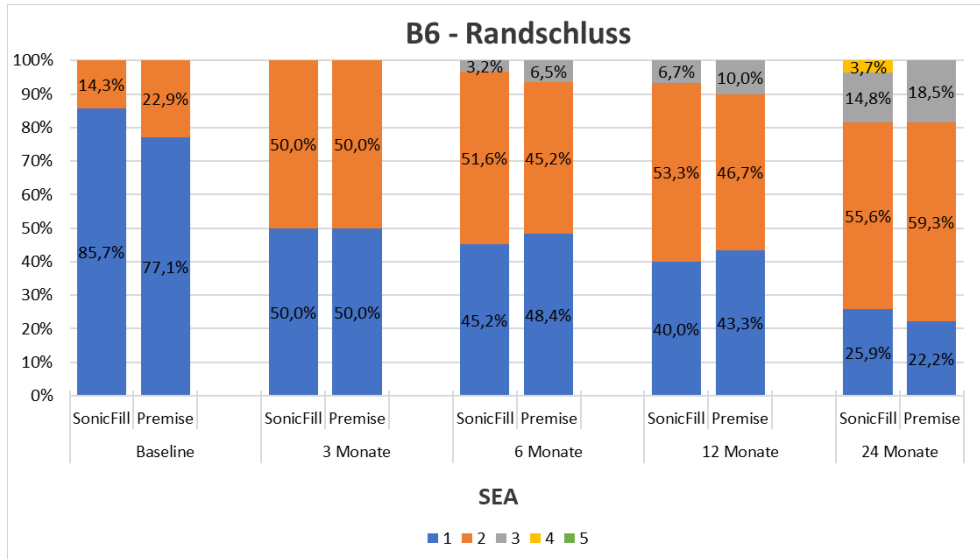
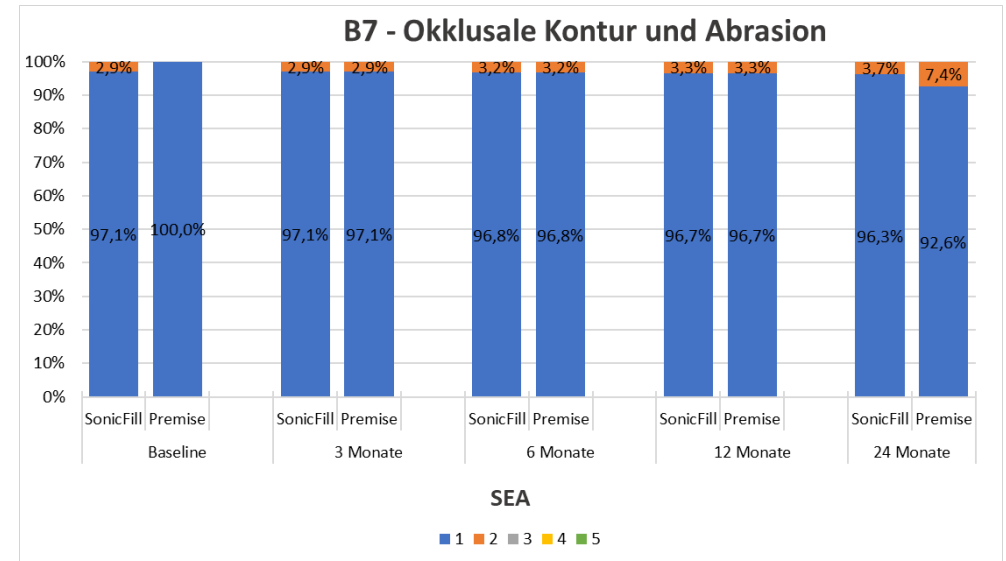
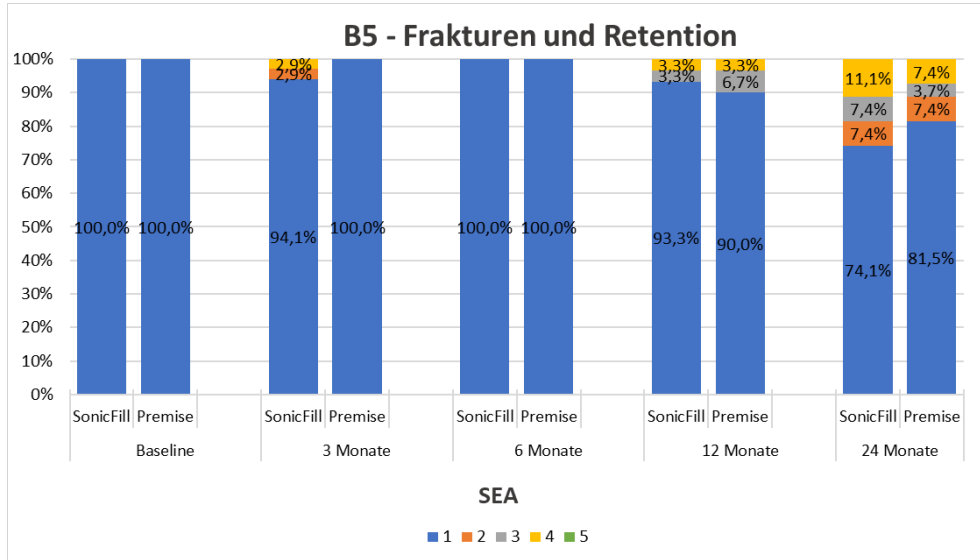




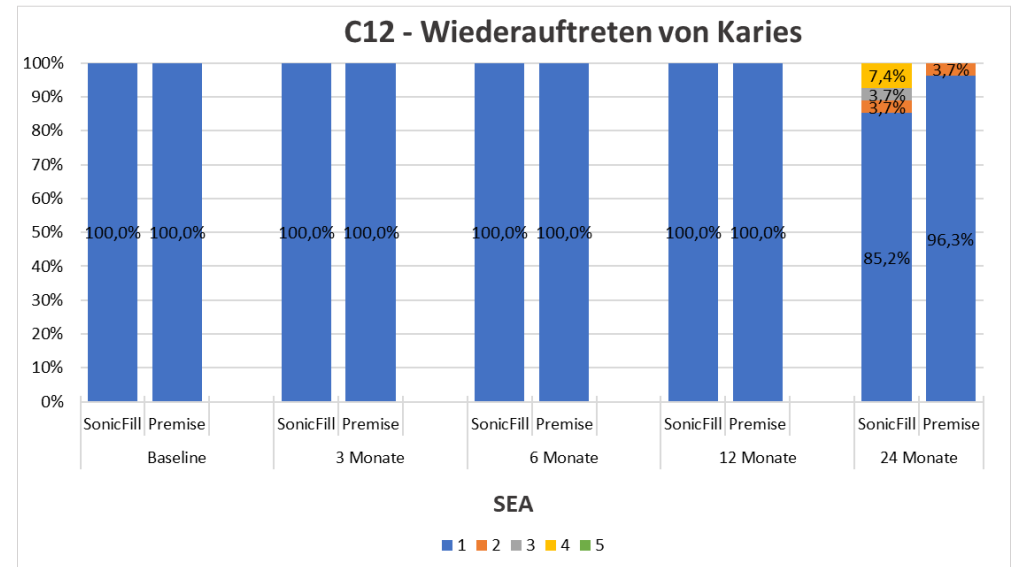
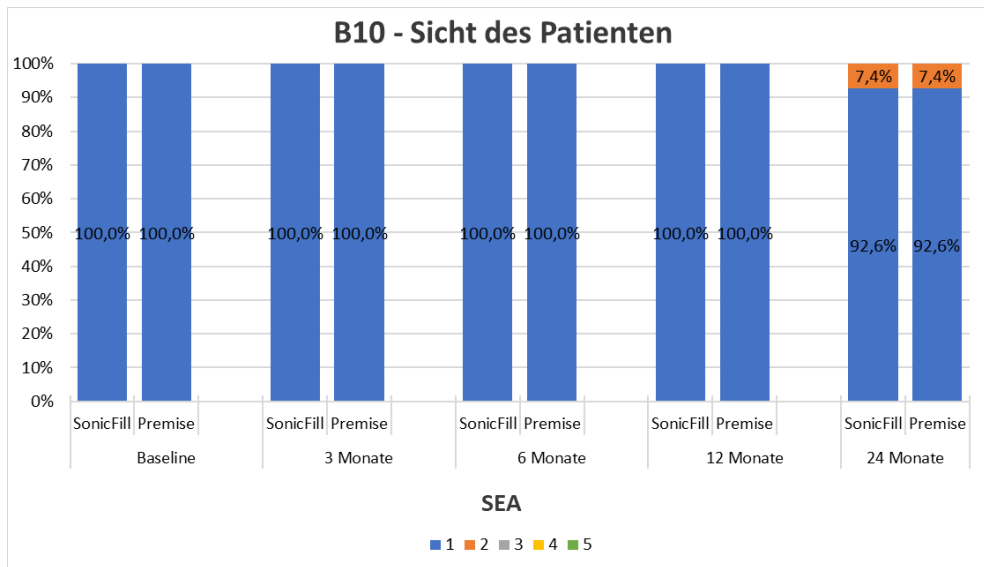
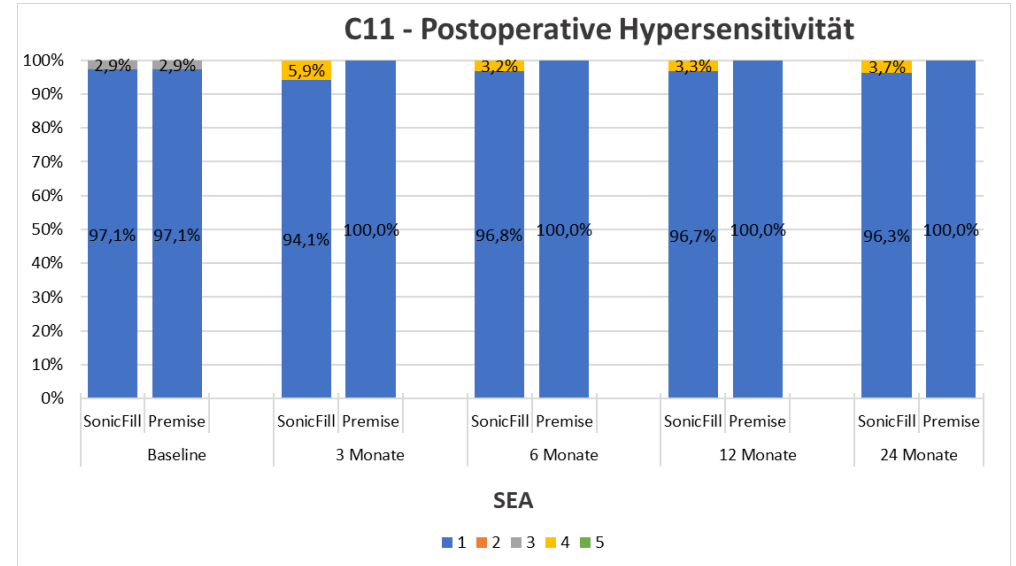
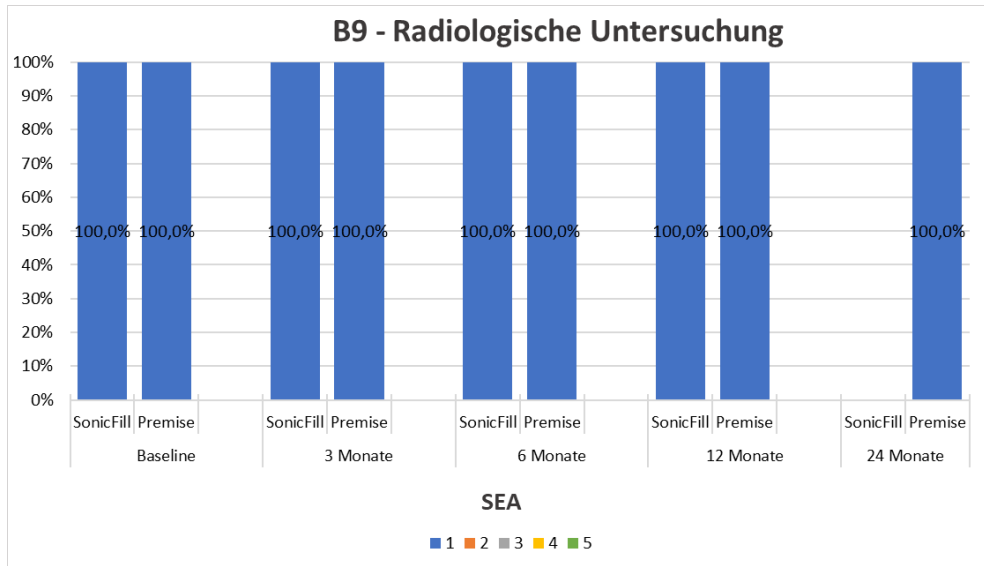


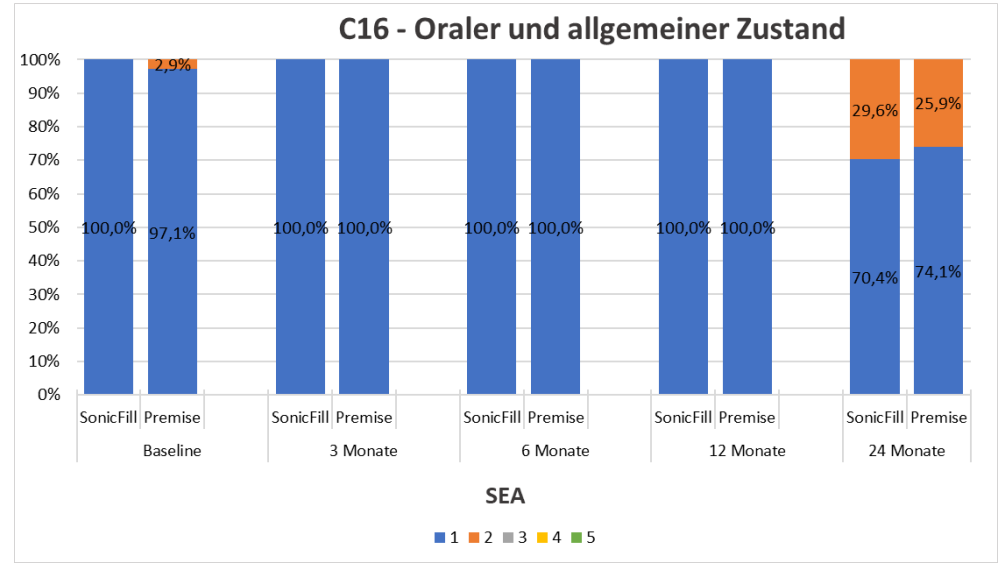
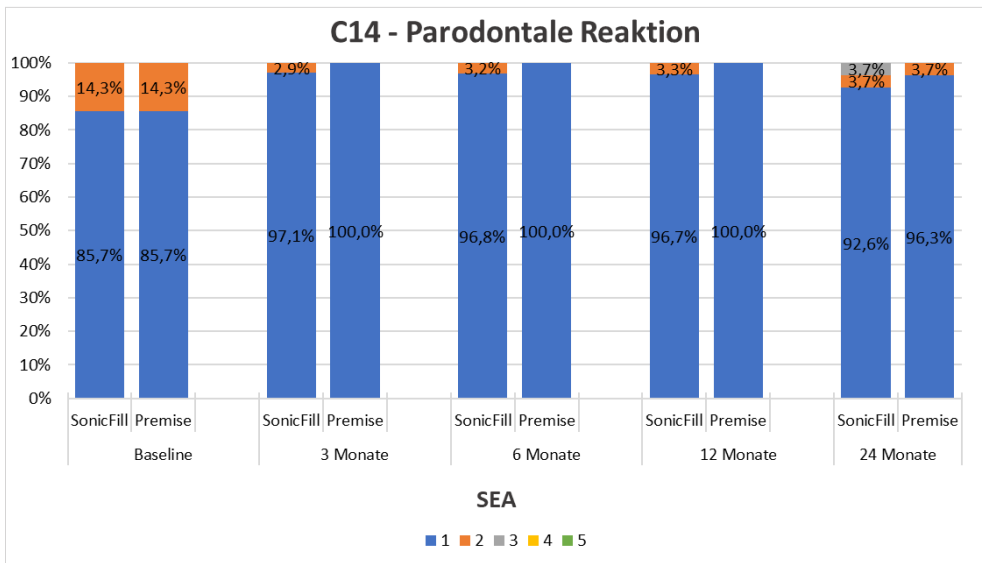
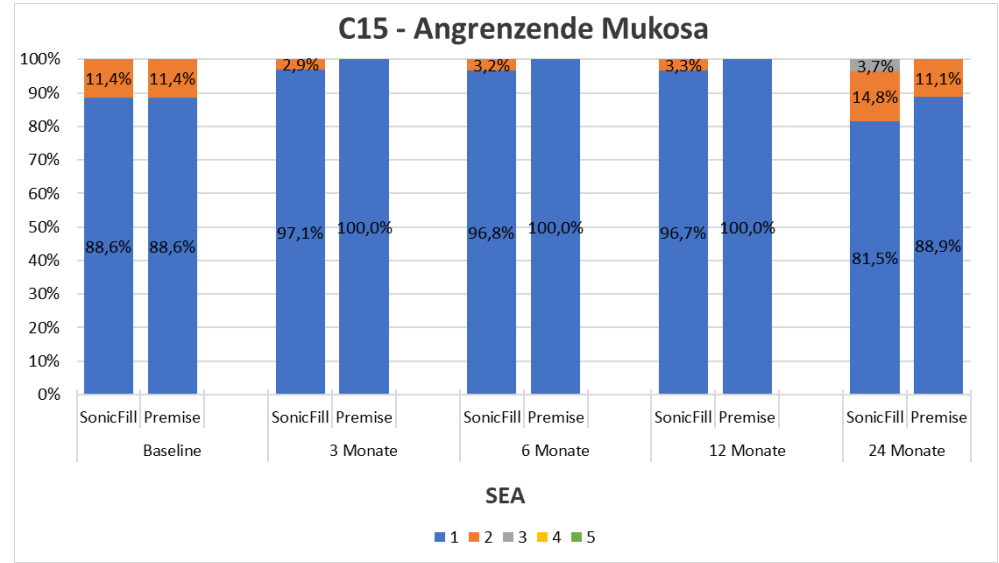
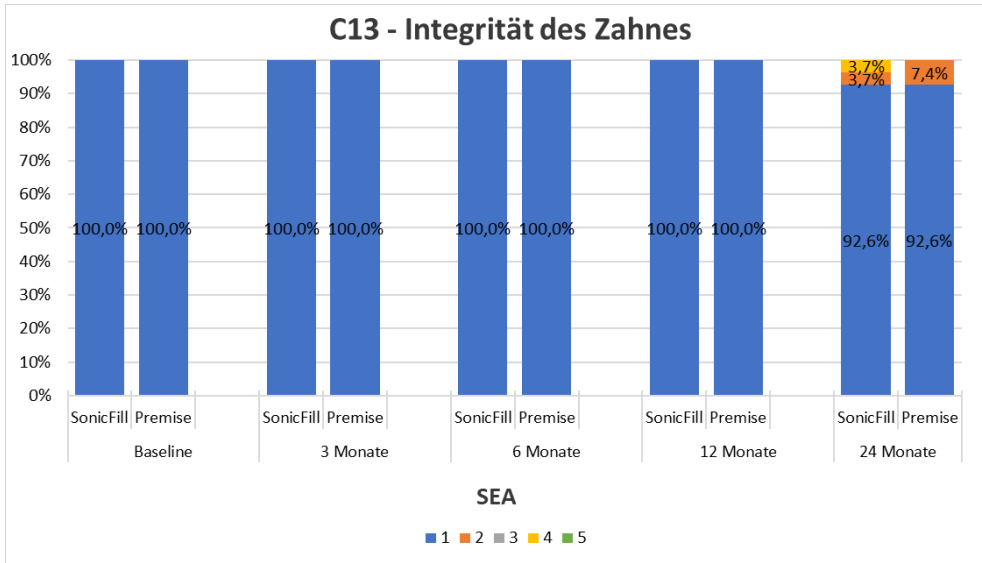
**Abb. 23:** Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe SEA – SonicFill vs. Premise im zeitlichen Verlauf



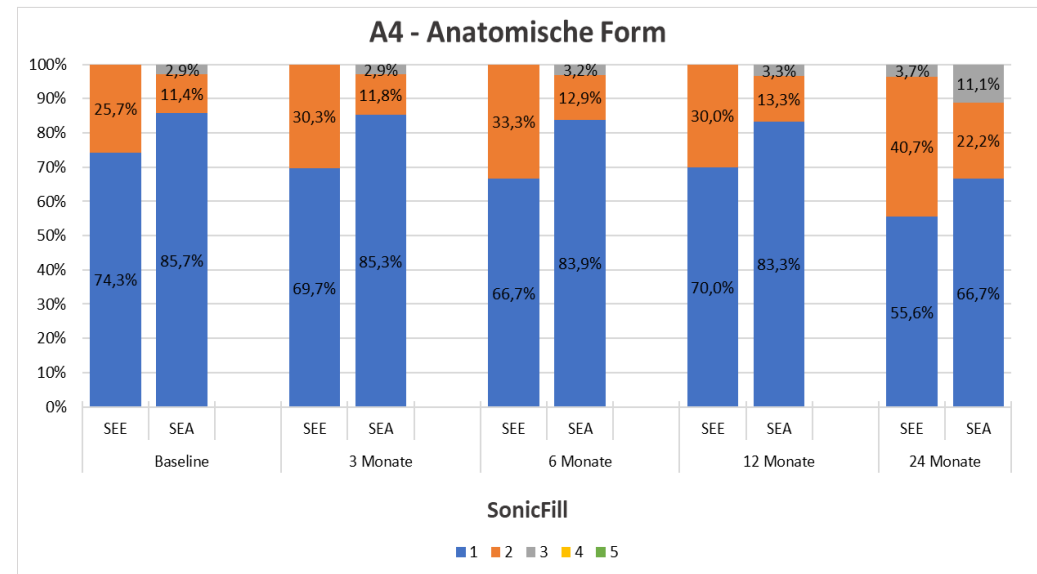
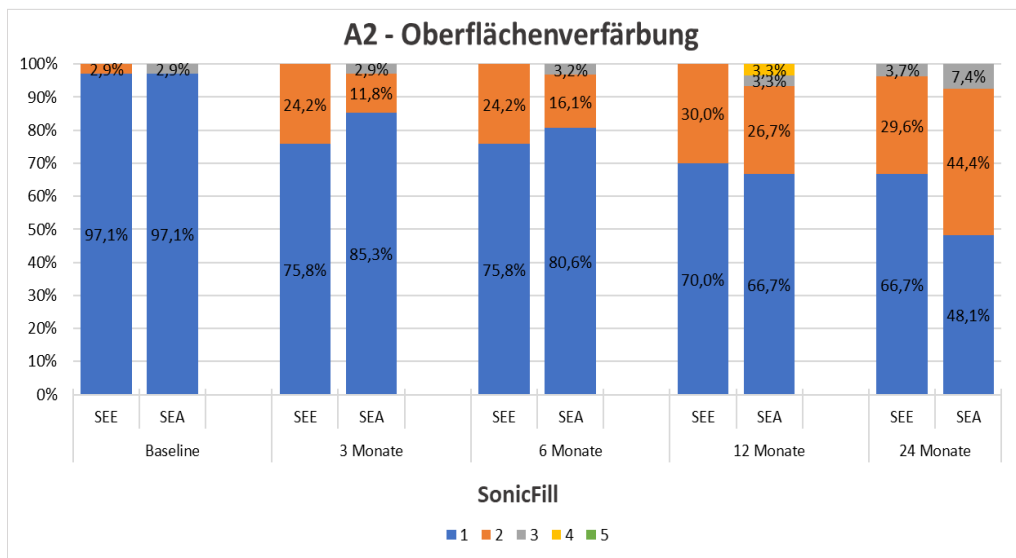
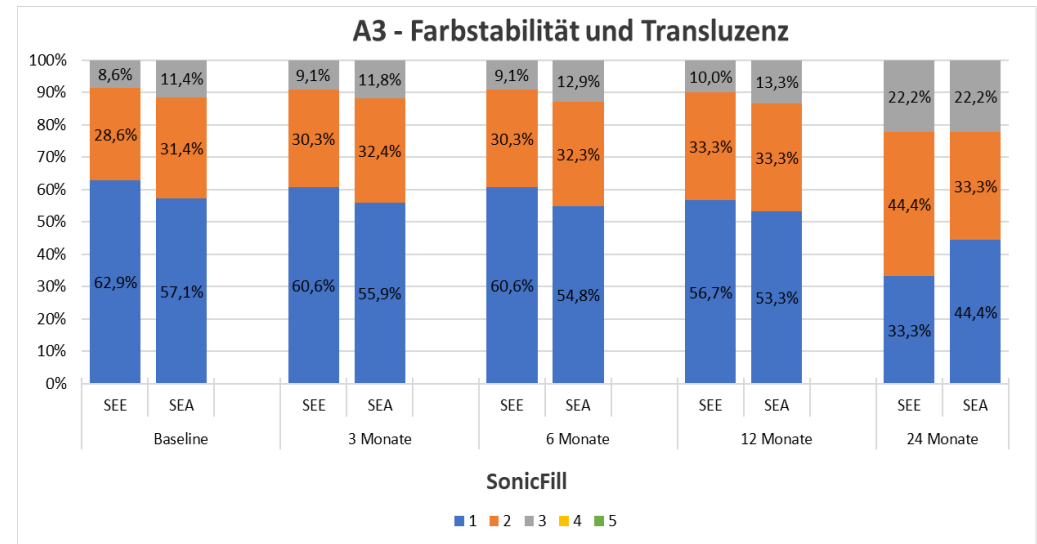
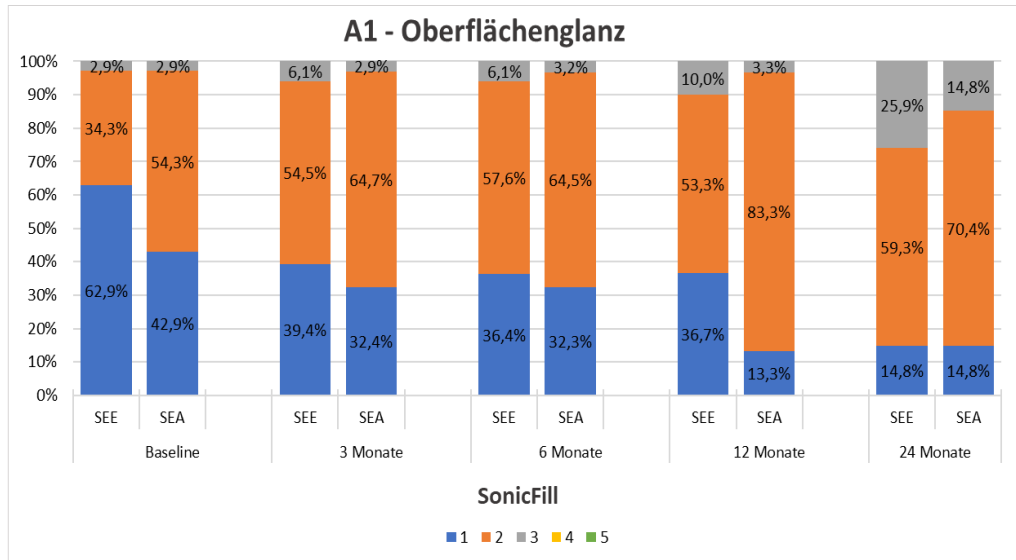


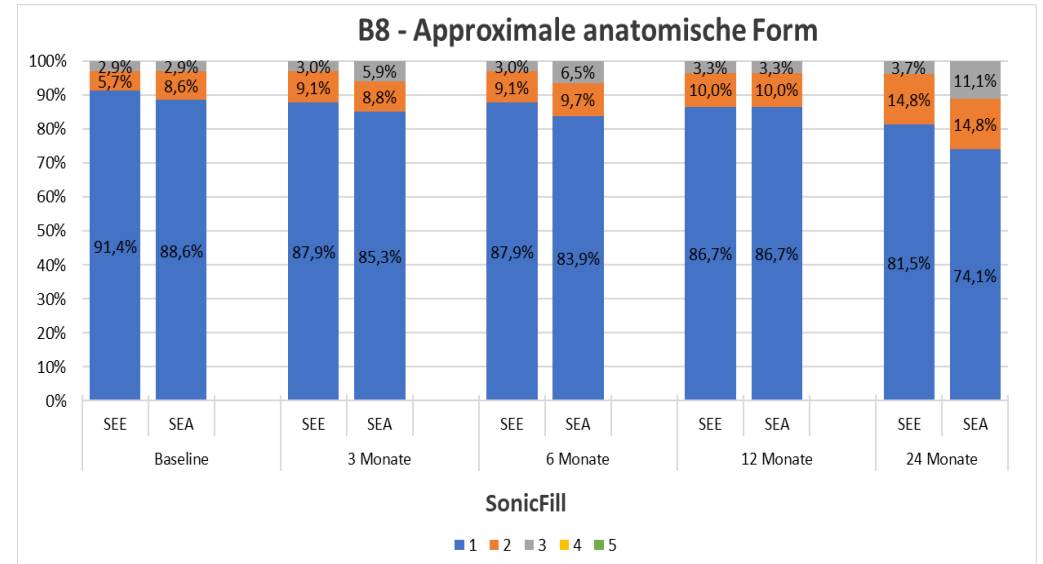
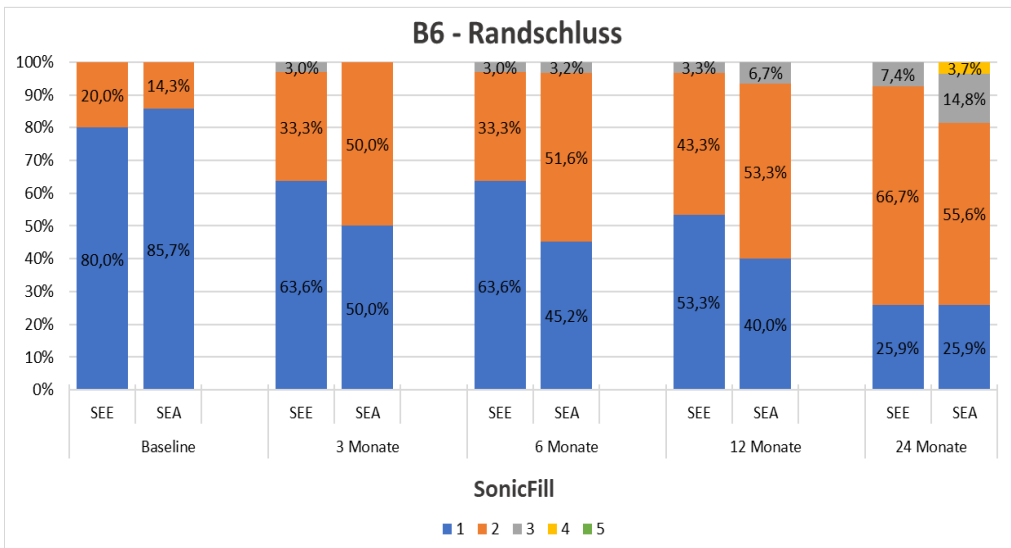
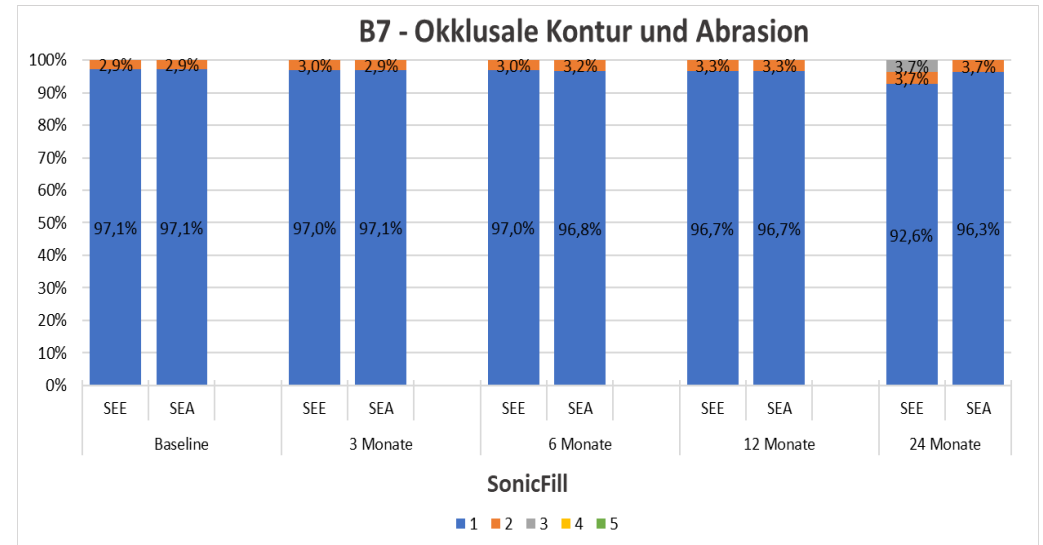
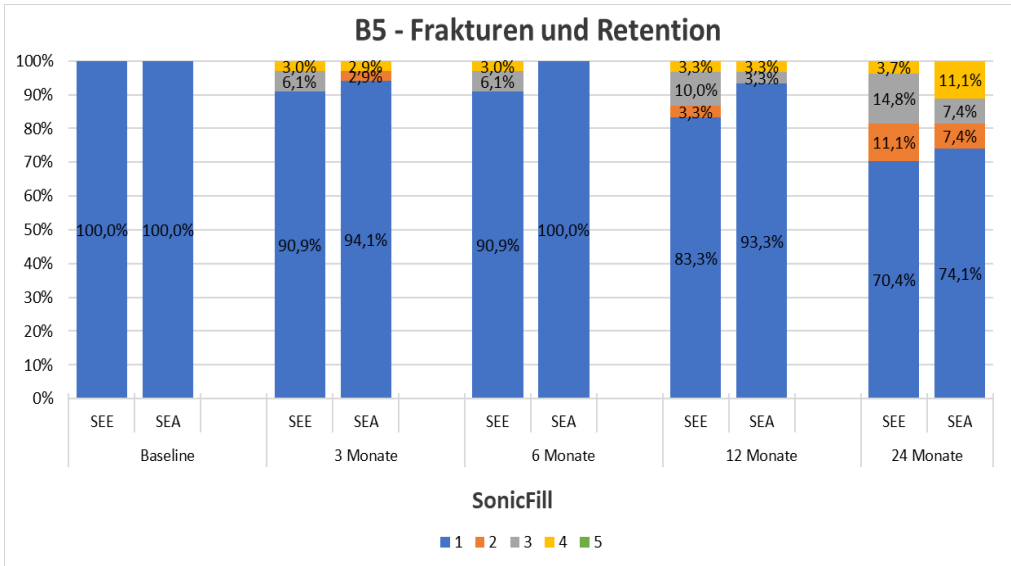


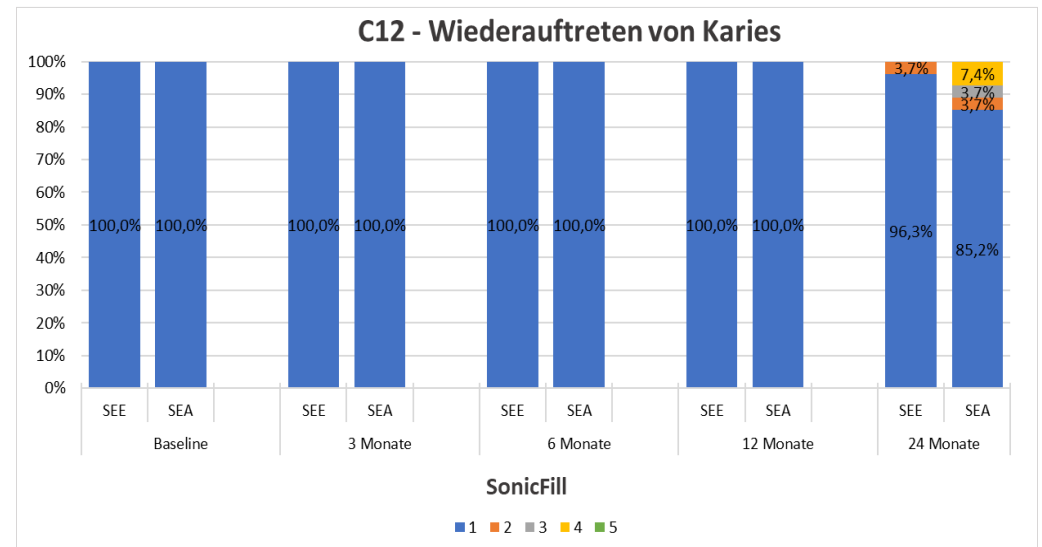
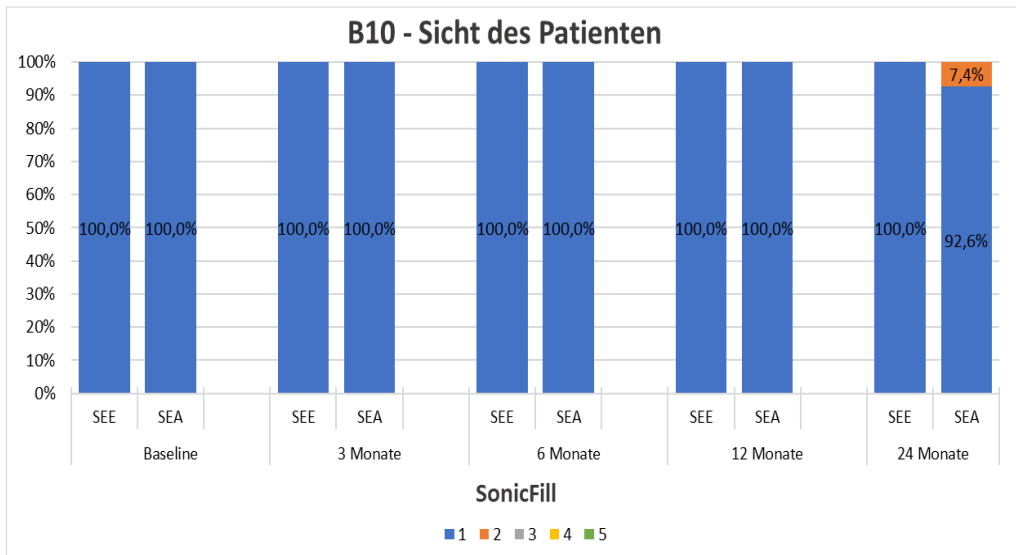
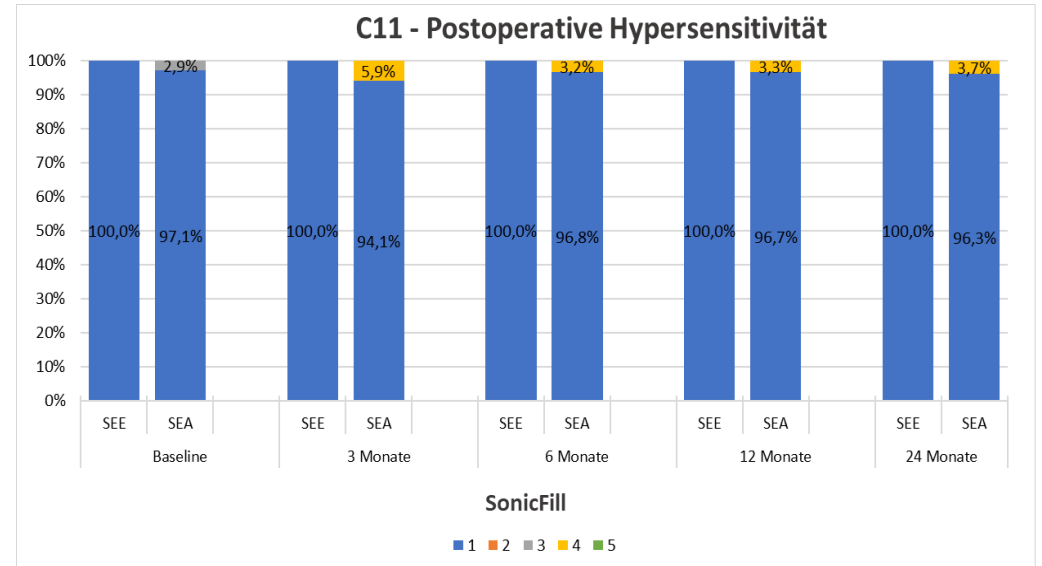
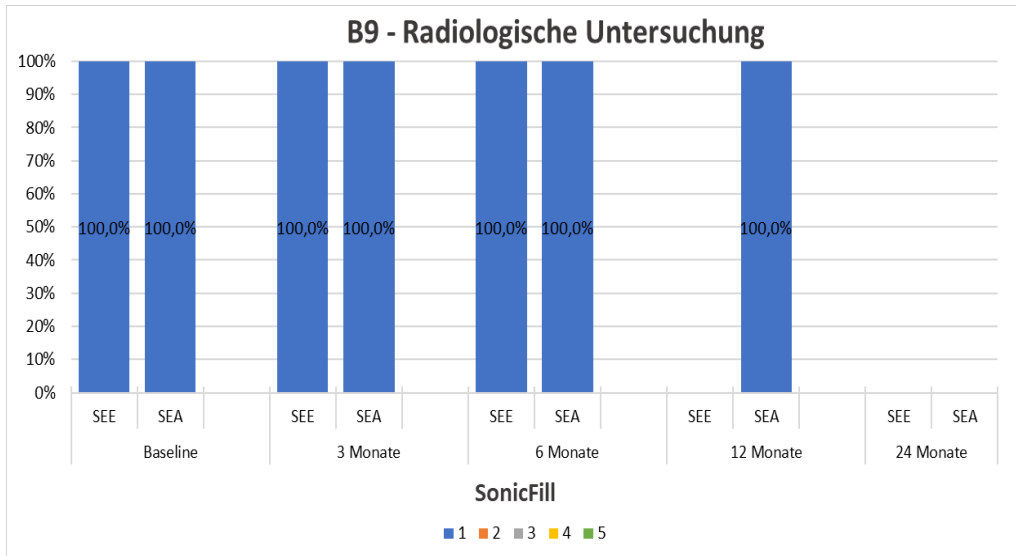


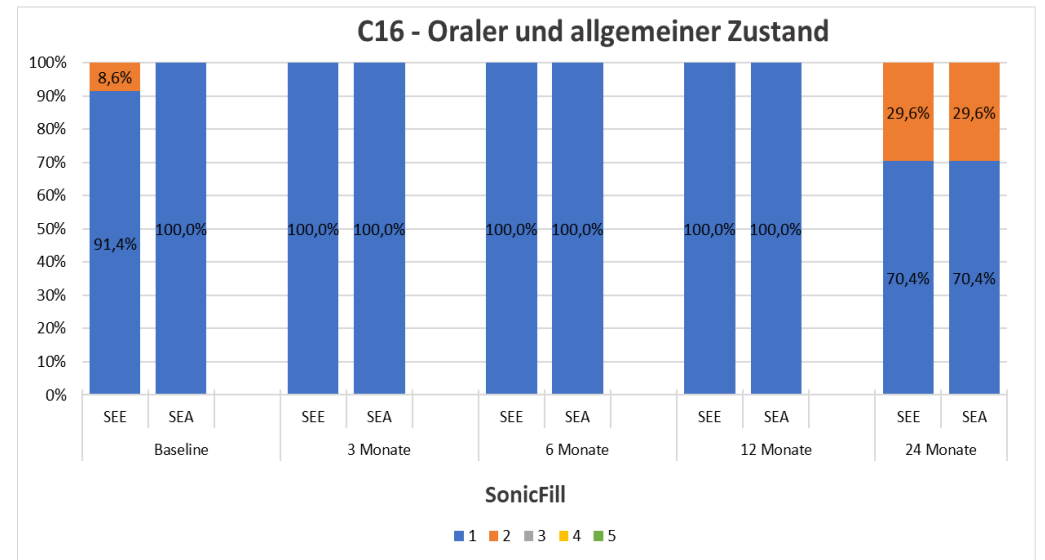
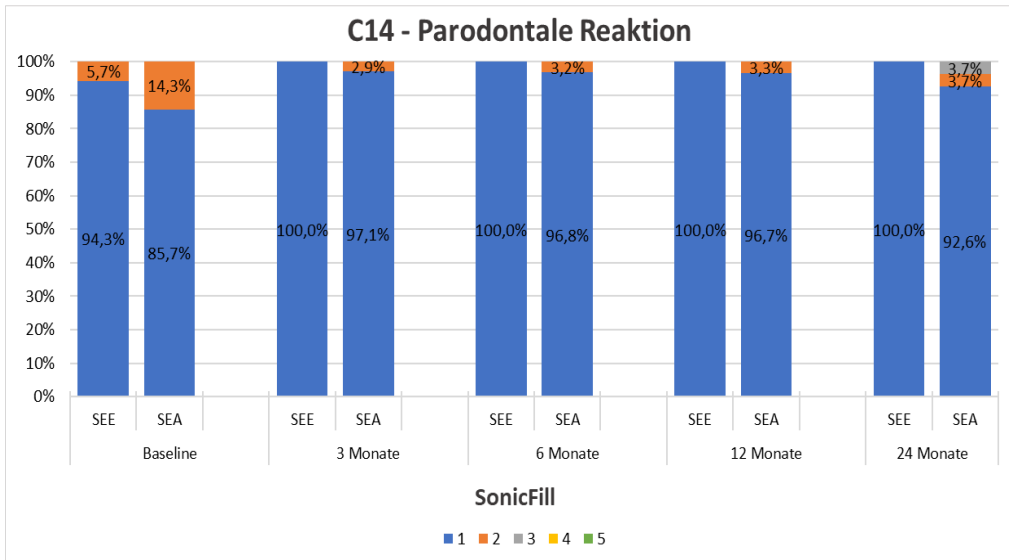
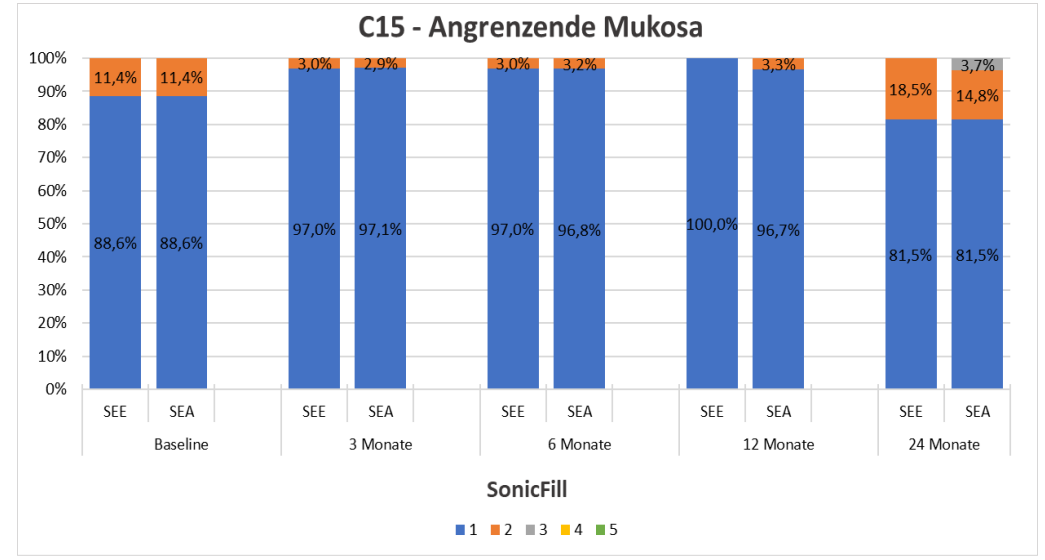
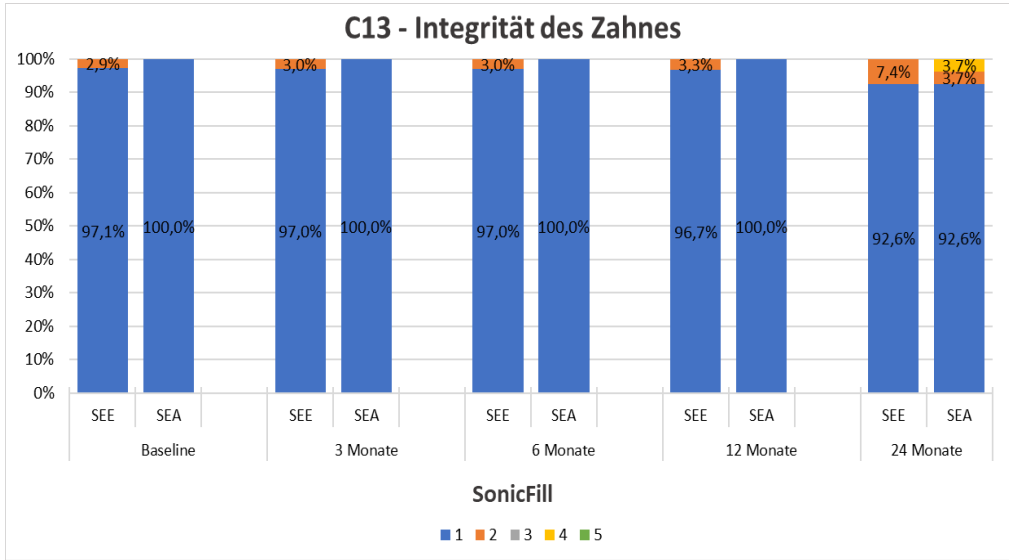


**Abb. 24:** Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe SonicFill – SEE vs. SEA im zeitlichen Verlauf

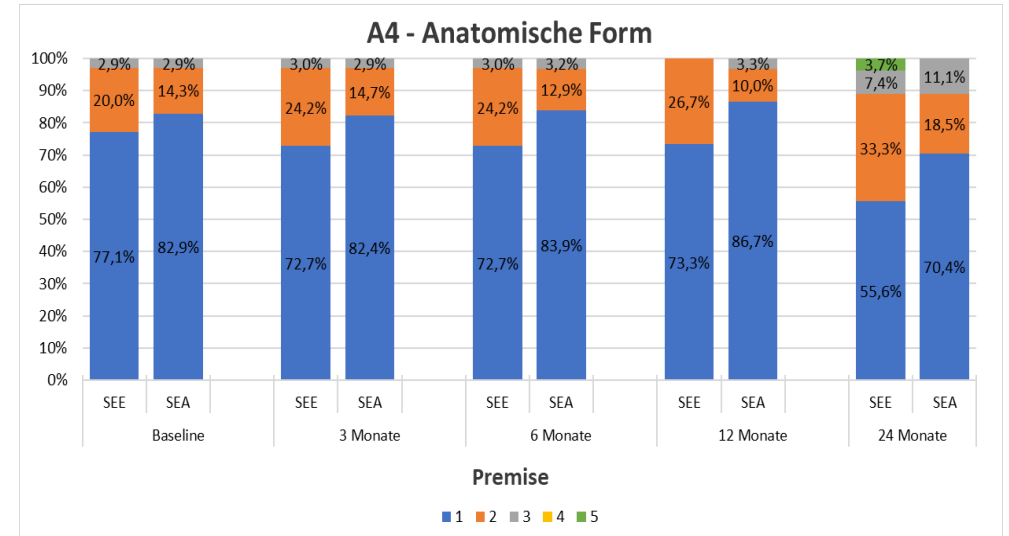
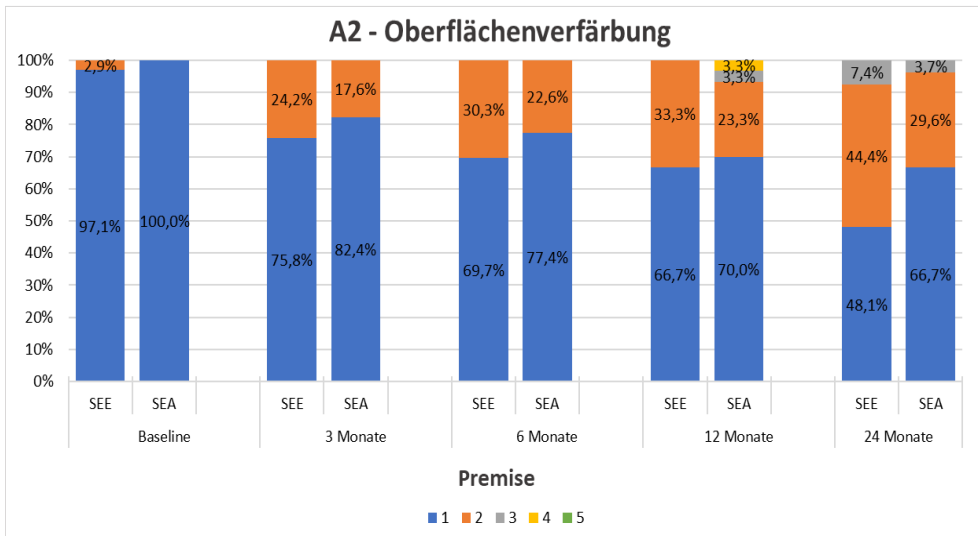
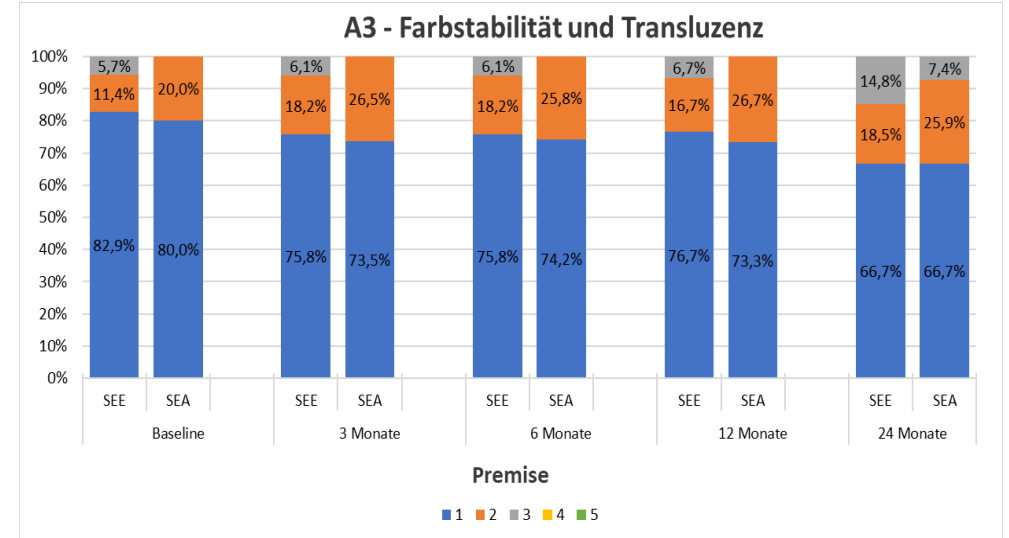
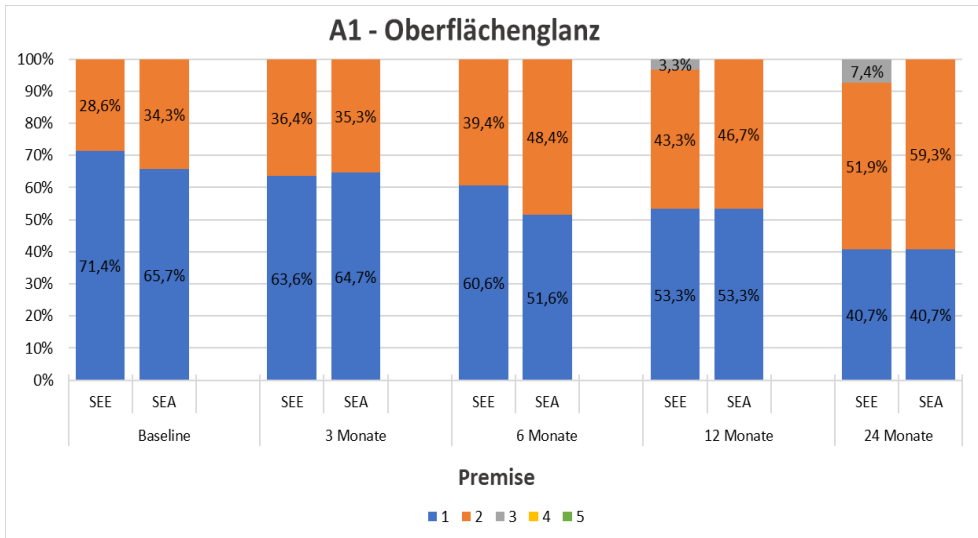


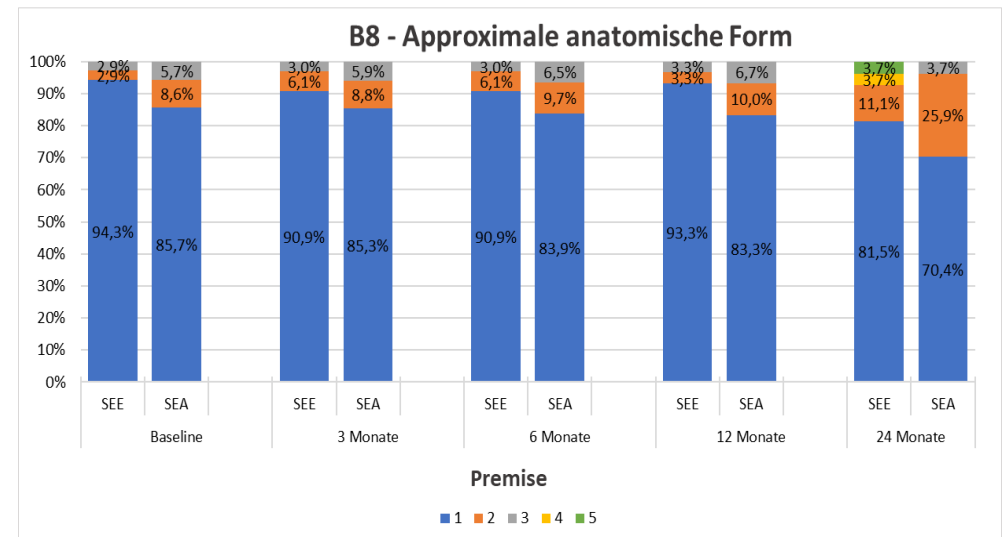
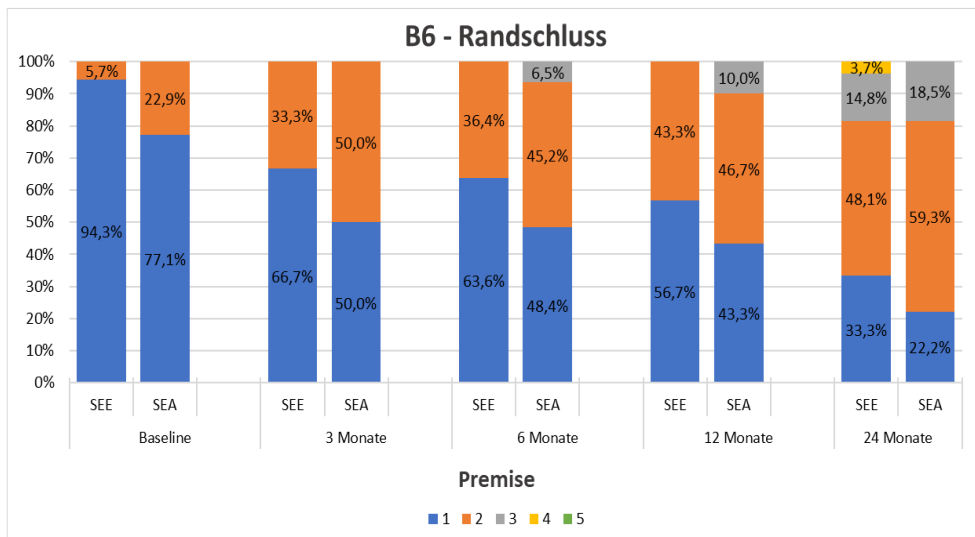
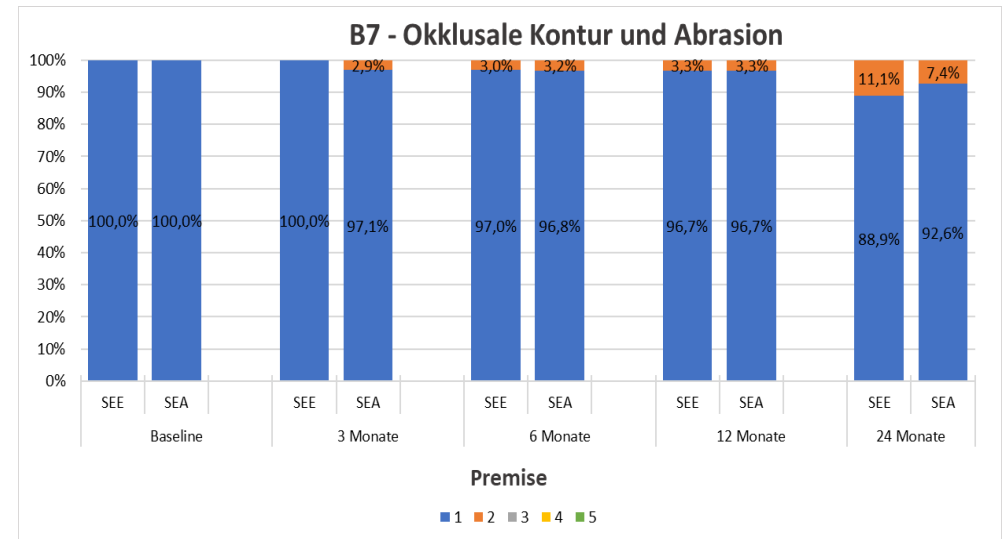
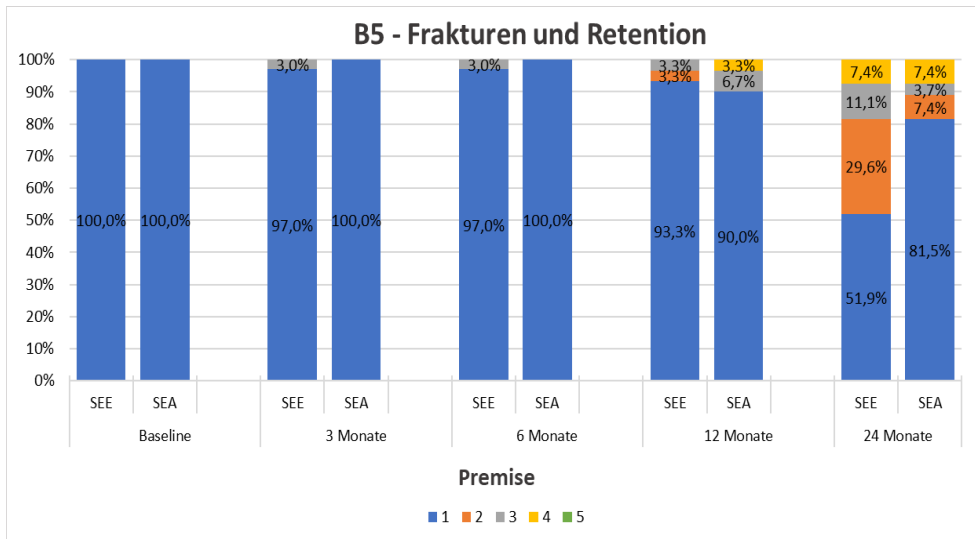




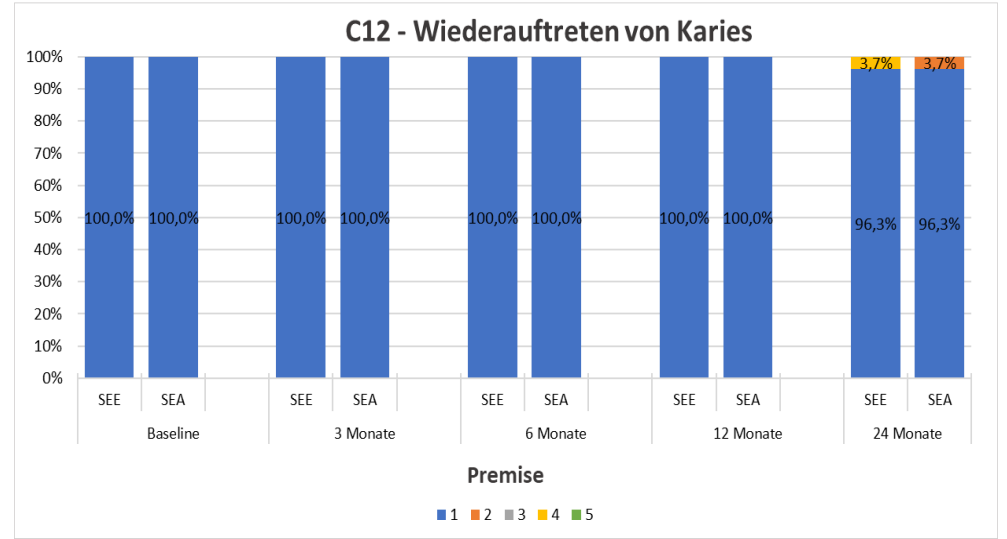
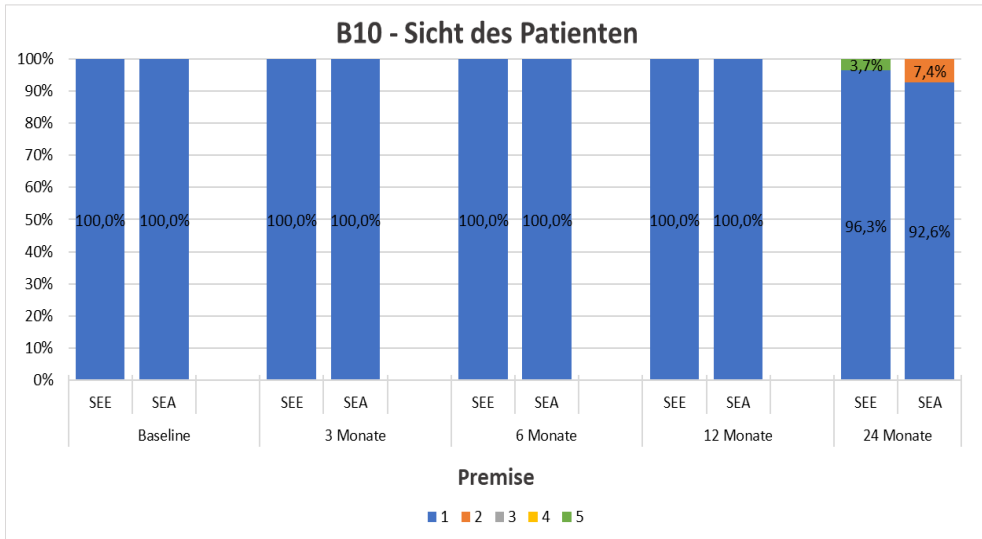
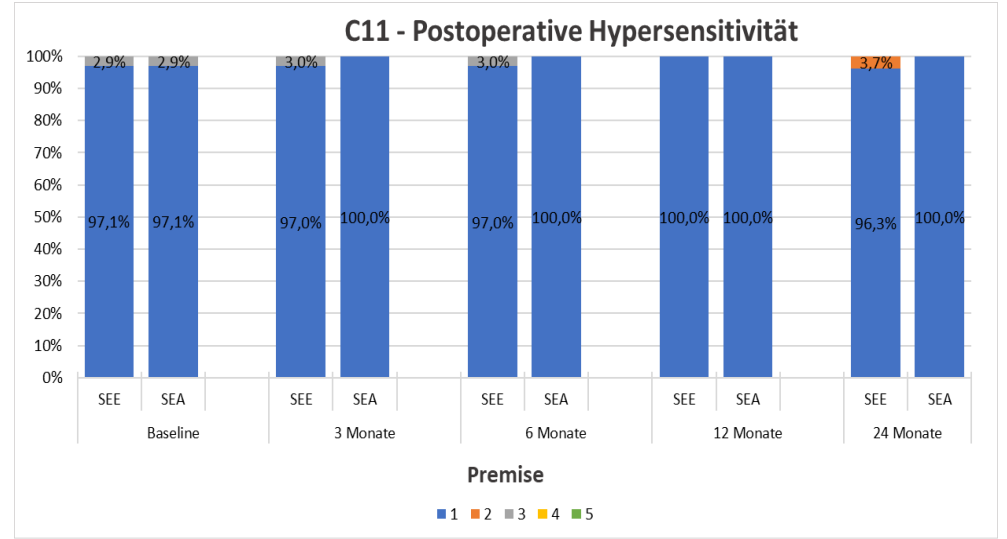
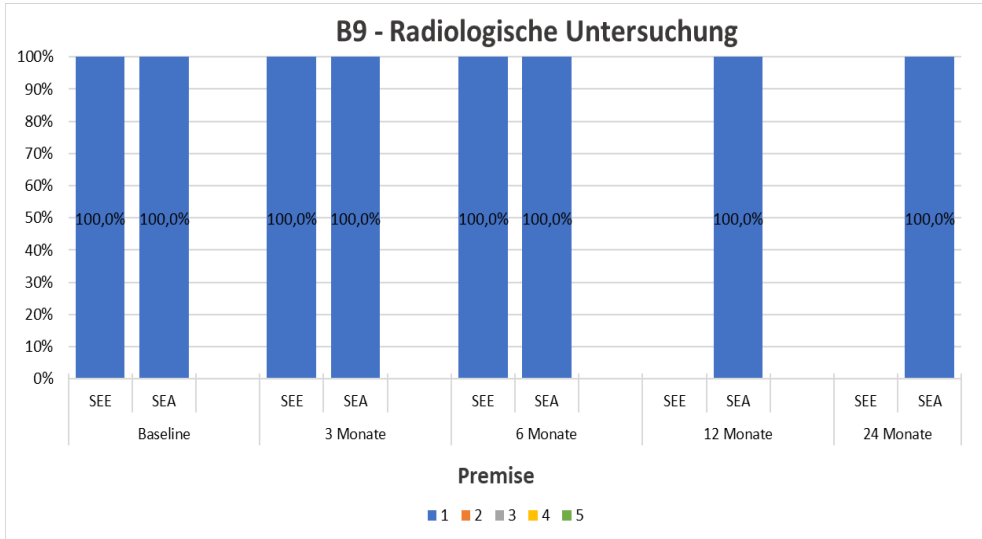


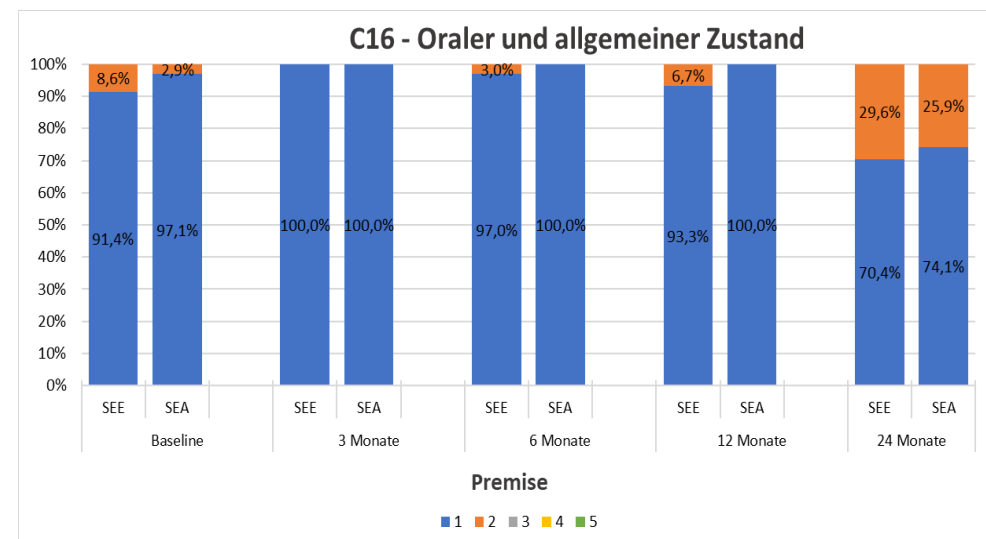
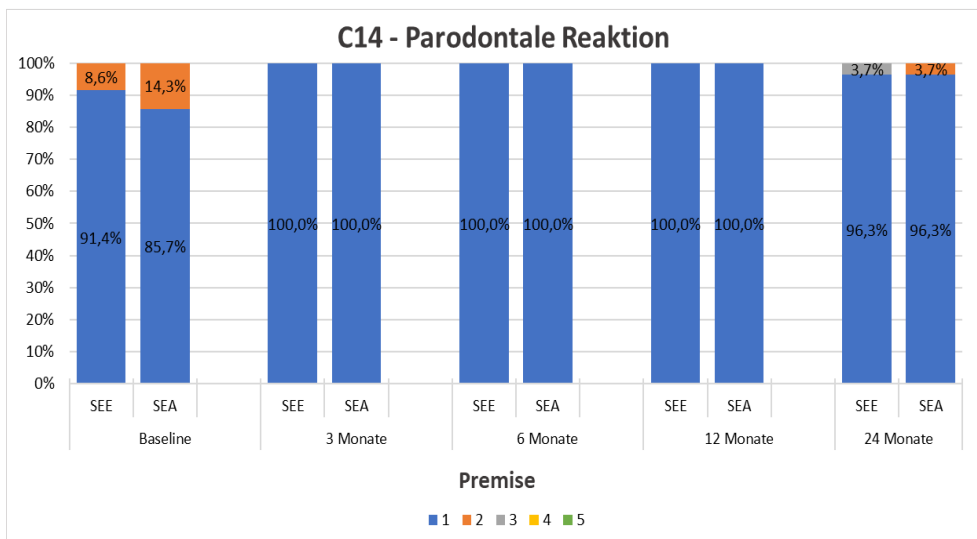
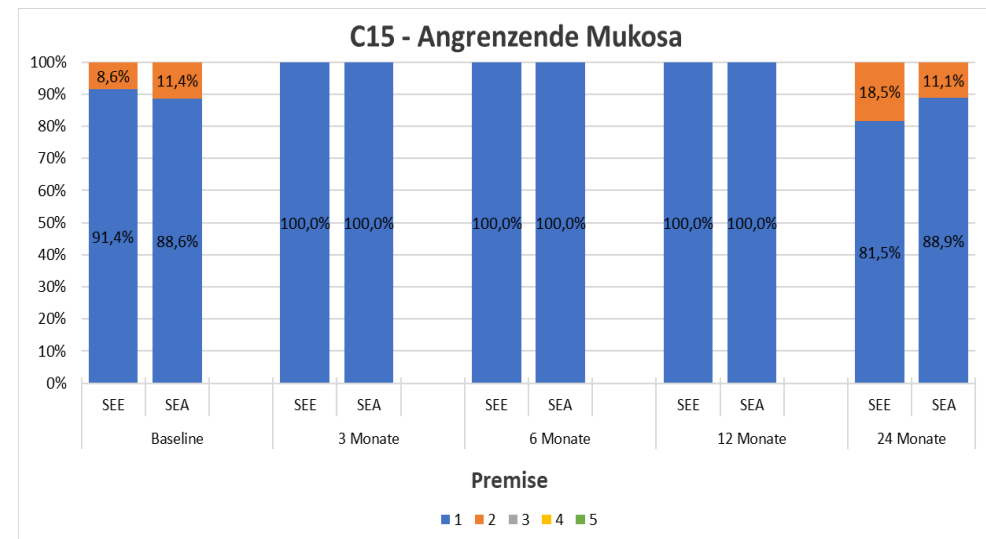
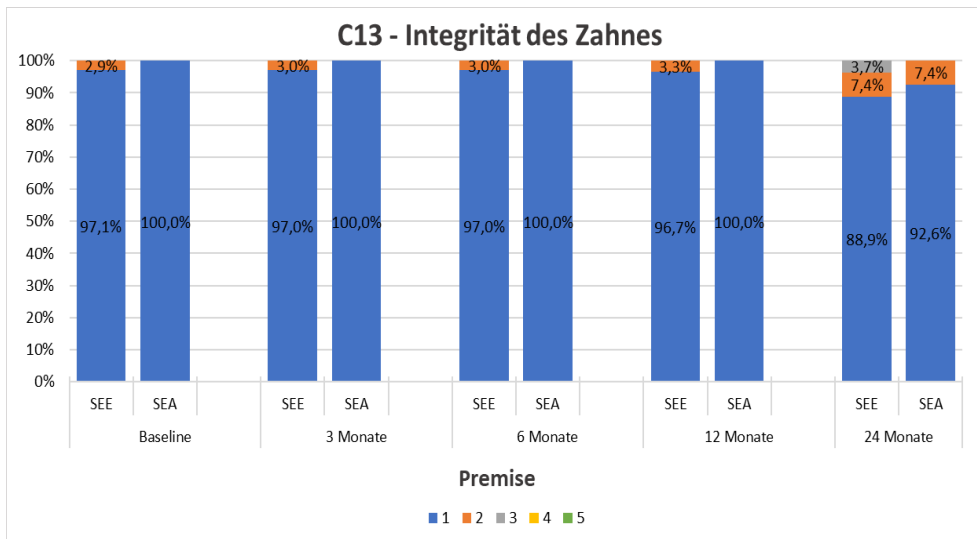
**Abb. 25:** Säulendiagramme zur graphischen Darstellung aller Bewertungskriterien der Gruppe Premise – SEE vs. SEA im zeitlichen Verlauf











## Danksagung

## Lebenslauf