Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie

der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Kommissarische Direktorin: Prof. Dr. med. dent. Michelle Alicia Ommerborn

Evaluation der Kontamination und Wirksamkeit der Desinfektion von zahnmedizinischen Schutzbrillen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
vorgelegt von

Isabell Desiree Lindörfer

2022

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachterin: Prof. Dr. med. dent. Michelle Alicia Ommerborn

Zweitgutachterin: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Rita Depprich

Für meine Kinder.

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

Blood and saliva contamination on protective eyewear during dental treatment. Nora Bergmann, Isabell Lindörfer, Michelle Alicia Ommerborn; Clinical Oral Investigations 26 (5): 4147-4159. https://doi-org/10.1007s.00784-022-04385-1, 2022

Zusammenfassung

Die zahnmedizinische Schutzbrille gehört standardmäßig zur persönlichen Schutzausrüstung des zahnärztlichen Personals und der zahnärztlichen Assistenz und sollte bei jeder Behandlung getragen werden. Bei zahnärztlichen Behandlungen entsteht meist ein Aerosol in erheblichem Ausmaß, das potentiell infektiös ist. Laut den aktuell geltenden Richtlinien zur Infektionsprävention in der Zahnheilkunde soll die zahnärztliche Schutzbrille bei sichtbarer Kontamination mit geeigneten Mitteln desinfiziert werden. Mehrere klinische Studien aus dem zahnmedizinischen Bereich untersuchten bereits die Kontamination der persönlichen Schutzausrüstung bzw. die Kontamination des Gesichtsfeldes allgemein, eine explizite quantitative Analyse der Kontamination der Schutzbrille mit Blut und Speichel blieb bisher unerforscht. Insbesondere durch die Verwendung von optischen Hilfsmitteln wie Lupenbrillen und Mikroskopen, die immer häufiger in der Zahnmedizin eingesetzt werden, ergeben sich zusätzliche Schwierigkeiten für die Reinigung und Hygiene. Für diese Hilfsmittel gibt es keine einheitlichen Hinweise zur Aufbereitung bzw. Desinfektion. Die folgende Arbeit erörtert die quantitative Kontamination der Schutzbrille mit Blut und Speichel bei verschiedenen zahnärztlichen Behandlungen, sowie eine Befragung zum Trage- und Desinfektionsverhalten der niedergelassenen Zahnärzte/innen im Kammerbezirk Nordrhein. Die Analyse der Kontamination erfolgte anhand von 53 getragenen Schutzbrillen mittels erprobter forensischer Methoden. Zum Nachweis von Blut wurde eine Luminol-Lösung verwendet, der Nachweis von Speichel erfolgte mittels eines speziellen, sich bei Kontakt blau färbenden Testpapiers. Die Untersuchungen wurden verblindet an drei Messzeitpunkten durchgeführt. Jeweils vor der zahnärztlichen Behandlung, nach der zahnärztlichen Behandlung sowie nach der Desinfektion. Für beide Analysen wurden die Ergebnisse in einem standardisierten Verfahren fotografisch dokumentiert und mittels Software ausgewertet. Die untersuchten Schutzbrillen zeigten nach den verschiedenen zahnärztlichen Behandlungen eine signifikante Kontamination mit Blut und Speichel, zudem war bei allen Brillen eine Kontamination feststellbar, obwohl diese zum Teil makroskopisch sauber schienen. Zur Untersuchung des Trage- und Desinfektionsverhalten wurde ein Fragebogen entwickelt und an die niedergelassenen Zahnärzte/innen geschickt. Bei der Umfrage stellte sich unter anderem heraus, dass 0,5 % der Zahnärzte/innen komplett auf den Augenschutz verzichten. Das konsequente Trageverhalten der Zahnärzte/innen und die nachgewiesene Kontamination der Schutzbrillen erfordern daher detaillierte, einheitliche Aufbereitungshinweise für die Desinfektion der Schutzbrille, Lupenbrillen und Mikroskope, auch um das potentielle Infektionsrisiko für das Personal der Zahnarztpraxis sowie Patienten zu reduzieren.

Abstract

Dental safety goggles are standard part of the personal protective equipment of dental staff and should be worn during every treatment. Dental treatments usually produce a significant amount of aerosol, which is potentially infectious. According to the current guidelines for infection prevention in dentistry, dental safety glasses should be disinfected with suitable agents in case of visible contamination. Several clinical studies from the dental field have already investigated the contamination of personal protective equipment or the contamination of the visual field in general, an explicit quantitative analysis of the contamination of the safety glasses with blood and saliva has not been investigated yet. Especially the use of optical aids such as magnifying glasses and microscopes, which are increasingly used in dentistry, creates additional difficulties for cleaning and hygiene. For these aids there are no uniform instructions for reprocessing or disinfection. The following thesis discusses the quantitative contamination of safety glasses with blood and saliva during various dental treatments, as well as the wearing and disinfection behavior of dentists in private practice in the North Rhine Dental Association. The analysis of the contamination was carried out on 53 worn safety glasses using proven forensic methods. A luminol solution was used to detect blood, saliva was detected by means of a special test paper that turns blue on contact. The examinations were executed in a blinded study at three measurement points. In each case, before dental treatment, after dental treatment and after disinfection. For both analyses, the results were documented photographically in a standardized procedure and evaluated by means of software. After the dental treatments, the examined protective glasses showed a significant contamination with blood and saliva. In addition, contamination was detected in all glasses, although some of them seemed macroscopically clean. A questionnaire was developed and sent to the dentists in private practice to investigate the wearing and disinfection behavior. The survey revealed, among other things, that 0.5% of dentists completely dispense with eye protection. The consistent wearing behavior of the dentists and the proven contamination of the protective goggles therefore require detailed, uniform reprocessing instructions for the disinfection of protective goggles, magnifying glasses and microscopes, also in order to reduce the potential risk of infection for employees as well as patients.

Abkürzungsverzeichnis

MRSA	Methicillin- resistenter Staphylococcus aureus
VRE	Vancomycin- resistenter Enterococcus
TBC	Mycobacterium tuberculosis
HBV	Hepatitis B Virus
HBC	Hepatitis C Virus
HIV	Humanes- Immundefizienz Virus
DNS	Desoxyribonukleinsäure
PZR	Professionelle Zahnreinigung
Paro	Parodontologie
Endo	Endodontolgie
KFO	Kieferorthopädie
SARS	Schweres akutes repisratorisches Syndrom
SARS-CoV	SARS-Coronavirus
MERS	Middle East Respiratory Syndrom
MERS-CoV	Mers-Coronavirus
2019-nCoV	2019-neuartiges Coronavirus
m	Männlich
w	Weiblich

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG ..... - 1 -

1.1. INFEKTIONSRISIKO IN DER ZAHNARZTPRAXIS ..... - 1 -

1.2. DAS AUGE ALS EINTRITTSPFORTE ..... - 4 -

1.3. VERWENDUNG VON OPTISCHEN HILFSMITTELN IN DER ZAHNMEDIZIN ..... - 7 -

1.4. FRAGESTELLUNG UND ZIELE DER ARBEIT ..... - 10 -

2. MATERIAL UND METHODE ..... - 12 -

2.1. VERFAHREN FÜR DIE SCHUTZBRILLEN-UNTERSUCHUNG ..... - 12 -

2.2. DIGITALE AUSWERTUNG DER FOTOGRAFIEN ..... - 18 -

2.3. STATISTISCHE AUSWERTUNG DER FOTOGRAFIEN ..... - 21 -

2.4. UMFRAGE ..... - 22 -

3. ERGEBNISSE ..... - 25 -

3.1. MAKROSKOPISCHE KONTAMINATION DER SCHUTZBRILLEN ZUM ZEITPUNKT T1 ..... - 25 -

3.2. KONTAMINATION DER SCHUTZBRILLEN MIT BLUT ..... - 26 -

3.3. KONTAMINATION DER SCHUTZBRILLEN MIT SPEICHEL ..... - 28 -

3.4. ERGEBNISSE DER UMFRAGE ZUM TRAGE- UND DESINFEKTIONSVERHALTEN ..... - 28 -

4. DISKUSSION ..... - 35 -

4.1. ERGEBNISSE DER KONTAMINATION MIT BLUT ..... - 35 -

4.2. METHODE ZUM NACHWEIS DER BLUTKONTAMINATION ..... - 38 -

4.3. ERGEBNISSE DER KONTAMINATION MIT SPEICHEL ..... - 39 -

4.4. METHODE ZUM NACHWEIS DER SPEICHELKONTAMINATION ..... - 40 -

4.5. UMFRAGE ZUM TRAGE- UND DESINFEKTIONSVERHALTEN ..... - 41 -

4.6. SCHLUSSFOLGERUNGEN ..... - 44 -

5. LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS ..... - 46 -

6. ANHANG ..... - 50 -

1. Einleitung

Diese Promotionsarbeit befasst sich mit der Evaluation der Kontamination und Wirksamkeit der Desinfektion von zahnmedizinischen Schutzbrillen. Im Rahmen der Studie wurden getragene Schutzbrillen nach zahnmedizinischen Behandlungen und nach entsprechender Desinfektion quantitativ auf ihre Kontamination mit Blut und Speichel untersucht.

1.1. Infektionsrisiko in der Zahnarztpraxis

Die Arbeit in der Zahnarztpraxis ist für das zahnärztlich-tätige Personal und seine Angestellten immer mit einem potentiellen Infektionsrisiko verbunden, da prinzipiell jede zu behandelnde Person eine Infektionsquelle darstellen kann. Die dentale Behandlungseinheit besteht in der Regel aus einem Behandlungsstuhl, einer Behandlungslampe und einer Saugeinheit mit Speibecken. Zudem stehen den Behandlern verschiedene wassergekühlte Winkelstücke zur Verfügung, eine Luft-Wasser-Spritze und ein wassergekühltes Schallinstrument. Bei den wassergekühlten Instrumenten gibt es schnell rotierende Instrumente, die mit einer Geschwindigkeit von mehreren hunderttausend Umdrehungen pro Minute benutzt werden. Alle diese Instrumente werden bei der zahnärztlichen Arbeit verwendet und können somit an der Produktion von Aerosol und Spritzern beteiligt sein (Swaminathan and Thomas 2013). Ein Aerosol ist per Definition ein Gemisch aus festen oder flüssigen Partikeln, die in einem Gas verteilt sind. Die Größe der Partikel ist dabei kleiner als 50 µm. Spritzer dagegen sind luftübertragene Partikel, die größer als 50 µm sind (Veena et al. 2015). Der Oropharynx und die Mundhöhle der Patienten sind ein hoch kontaminiertes Umfeld (Veena et al. 2015). Das zahnärztliche Personal ist somit während der Behandlung verschiedenen Bakterien, Viren, Pilzen und Protozoen ausgesetzt (Swaminathan and Thomas 2013). Die Übertragung einer Infektion ist während einer zahnärztlichen Behandlung oder Operation über unterschiedliche Wege möglich: direkter Kontakt mit Blut, Speichel oder Gewebeanteilen, indirekter Kontakt mit kontaminierten Instrumenten oder Oberflächen sowie Kontakt mit infektiösem Material, das sich im Aerosol befinden kann (Parkar et al. 2013).Verschiedene Mikroorganismen aus der Mundhöhle und dem Respirationstrakt können in einem Aerosol transportiert werden, das bei zahnärztlichen Behandlungen zwangsläufig entstehen kann.

Dieses Aerosol kann die Haut und Membranen des Mundes, des Respirationstraktes und die Augen des zahnärztlichen Personals sowie der Patienten kontaminieren (Dintakurti and Sudheep 2010). Die Stärke der Kontamination des Aerosols ist dabei abhängig von der Zusammensetzung des Speichels, des Sekretes von Nase und Rachen, Blut, dentaler Plaque und dem möglichen Vorhandensein von Entzündungen im Mundbereich. Zusätzlich können die wasserführenden Leitungen zu einer verstärkten Kontamination beitragen. Dies liegt an der Enge der Leitungen, der Stagnation des Wassers, dem Temperaturanstieg bei Benutzung der Behandlungseinheit und der Kontamination von Reservoir-Flaschen (Veena et al. 2015). Ein weiterer Faktor, der zur Kontamination der Wasserleitungen führen kann ist das Material dieser. Die Verwendung von hydrophoben Polymeren begünstigt die Bakterien-Adhäsion an der Oberfläche der zuführenden Leitungen (Swaminathan and Thomas 2013). Die Anwesenheit verschiedener opportunistischer und pathogener Keime, wie Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa und Legionella pneumophila in wasserführenden Leitungen konnte in mehreren Studien nachgewiesen werden (Guida et al. 2012). Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass die größte Menge an Aerosol entsteht, wenn sehr schnell rotierende Instrumente benutzt werden (Rautemaa et al. 2006), sowie bei Verwendung von Ultraschallinstrumenten (Veena et al. 2015). Die Aerosol-Wolke war bei zahnärztlichen Behandlungen mit Verwendung von Ultraschallinstrumenten bis zu 30 Minuten nach der Behandlung nachweisbar. Auch lässt sich eine signifikant höhere Kontamination in Räumen nachweisen, in denen schnell rotierende Instrumente benutzt werden. Diese Kontamination ist auch noch bei einer Entfernung von 1,5m von der Entstehungsquelle nachweisbar (Rautemaa et al. 2006). Zudem konnte eine Kontamination bei den Behandlern nachgewiesen werden. Insbesondere auf dem Kopf, der Brust und der inneren Oberfläche des Mund-Nasen-Schutzes der Behandler als auch der zahnärztlichen Assistenz (Veena et al. 2015). In den Empfehlungen des Robert-Koch-Instituts wird zu einem Wechsel der Berufskleidung und Schutzkleidung geraten, sollte diese kontaminiert sein (Robert-Koch-Institut 2006). Sollte die Desinfektion oder ein entsprechender Wechsel nicht ordnungsgemäß durchgeführt werden, besteht die Gefahr einer Kross-Kontamination (Abichandani and Nadiger 2016). Dies bedeutet, dass sich nicht nur das zahnärztliche Personal infizieren kann, sondern eine eventuelle Infektion vom Personal auch auf nachfolgende Patienten übertragen werden kann. Studien haben gezeigt, dass sich pathogene Erreger von Oberflächen auf das Personal und Patienten übertragen können, wenn nicht ordnungsgemäß gereinigt und desinfiziert wird. Häufige Erreger wie Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus (MRSA), Vancomycin-resistenter

Enterococcus (VRE), Clostridium difficile und Noro-Viren können dabei über einen längeren Zeitraum auf trockenen Oberflächen überleben (Kramer et al. 2006). Das zahnärztliche Personal ist daher dem Risiko einer Infektion ausgesetzt. Infektionen können zudem unter anderem ausgelöst werden von Mycobacterium tuberculosis (TBC), Hepatitis B Virus (HBV) und C Virus (HCV), Streptokokken, Staphylokokken, Herpes simplex Virus, Humanes-Immundefizienz Virus (HIV) , Varicella-Zoster und Adenoviren. Intraoral zeigt sich die höchste Konzentration von HBV im Zahnfleischsulkus. Gerade dieser Anteil des Zahnhalteapparates wird bei einer professionellen Zahnreinigung besonders intensiv gereinigt (Dahiya et al. 2015). Bei dieser Behandlung kommt es gleichzeitig zu einer hohen Aerosolbelastung durch die Anwendung von Schallinstrumenten.

Gerade im Hinblick auf stagnierende und zum Teil steigende Zahlen im Vergleich zu den letzten Jahren bei den verschiedenen Infektionskrankheiten wird eine ausreichende Prophylaxe vor Infektionen und Kross-Kontaminationen in der Zahnarztpraxis immer wichtiger (Tabelle 1).

Anzahl der Erkrankungen im Jahresvergleich (1.-50. Woche)

	Hepatitis B		**Hepatitis C**		**Influenza**	
Jahr	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Erkrankungen	6144	4388	6428	5711	142289	273640
	HIV		**Varicella-Zoster**		**Adenovirus**	
Jahr	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Erkrankungen	2614	2401	21909	19682	578	665

Tabelle 1: Anzahl der Erkrankungen im Jahresvergleich (1.-50. Woche) (Robert-Koch-Institut 2020)

1.2. Das Auge als Eintrittspforte

Das zahnärztliche Personal ist angehalten sich vor Infektionen mit der persönlichen Schutzausrüstung zu schützen. Dazu zählen der Mund-Nasen-Schutz, Handschuhe und der Augenschutz (Robert-Koch-Institut 2006). Tabelle 2 zeigt die Erfassung verschiedener Studien, in denen die Verwendung der Schutzbrille bei Zahnärztinnen und Zahnärzten als Teil der persönlichen Schutzausrüstung analysiert wurde.

Verwendung von Schutzbrillen bei Zahnärztinnen und Zahnärzten in unterschiedlichen Ländern

Land	Jahr	Autor	N	Verwendung der Schutzbrille
Deutschland	2014	Mutters	58	Männlich: 100% Weiblich: 77,1%
Thailand	2001	Leggat	178	Immer: 35,3% Gelegentlich: 61,8% andere: 2,9%
Brasilien	2006	de Souza	196	Immer: 84,2% Gelegentlich: 10,2% Nie: 5,6%
Großbritannien	2005	Farrier	138	Routinemäßig: 78 % Männlich: 58% Weiblich: 33 %
Großbritannien	2007	Chadwick	247	In allgemeinzahnärztlicher Praxis, bei Verwendung eines rotierenden Instrumentes Immer: 152 Gelegentlich: 19 Nie: 8
Saudi Arabien	2001	Al Wazzan	204	Routinemäßig: 61,27 % Unregelmäßig: 38,73%

Tabelle 2: Verwendung von Schutzbrillen in unterschiedlichen Ländern (Al Wazzan et al. 2001; Chadwick et al. 2007; De Souza et al. 2006; Farrier et al. 2006; Leggat et al. 2001; Mutters et al. 2014)

Obwohl es durch perkutane Verletzungen wie zum Beispiel Nadelstichverletzungen eher zu einer Übertragung von Infektionserkrankungen kommen kann, wurden bereits Übertragungen durch Kontakt mit Schleimhäuten beschrieben (De Silva et al. 2009). Augenverletzungen müssen gerade im zahnärztlichen Beruf sehr ernst genommen werden, da diese Langzeitfolgen haben können (Farrier et al. 2006). Gerade als praktizierende Zahnärztin und Zahnarzt ist eine gute Sicht unerlässlich. Augenverletzungen machten in einem Neunjahres-Zeitraum 10 % der berufsbedingten Verletzungen beim zahnmedizinischen Personal aus (Chadwick et al. 2007). In der Zahnmedizin ist jedoch nicht nur das Personal einem Risiko ausgesetzt, sondern auch die Patienten. Studien haben gezeigt, dass Pathogene von Oberflächen sowohl auf das Personal als auch auf Patienten übertragen werden können (Kramer et al. 2006). Bei der zahnärztlichen Behandlung kann es sowohl zu einem mechanischem Trauma als auch zu einer Infektion kommen, da man verschiedenen Chemikalien und Körperflüssigkeiten wie Blut und Speichel ausgesetzt ist (Ekmekcioglu and Unur 2017; Farrier et al. 2006). Die Kontamination des Auges durch Bakterien und Viren birgt ein potentielles Risiko und kann sowohl zu einer Konjunktivitis oder Keratitis als auch zu einer systemischen Infektion führen (Tabelle 3).

Mögliche Augenverletzungen und ihre Folgen

Typ	Negative Folgen	Ursache	Auswirkungen
Trauma	Korneaabrasion	Fremdkörper	Heilt meist aus, rezidivierende Korneaabrasion, sekundäre Infektion
	Blutung in der vorderen Augenkammer	Fremdkörper	Katarakt, Pupillen-distorsion, Retina-verletzung, Entzündung
	Einrisse	Scharfe Objekte	Narbenbildung
	Chemische Verletzung	Säure	Heilt meist aus, Korneadefekte,
Infektion	Bakterielle Konjunktivitis	Staphylococcus, Streptococcus, Pneumococcus, Haemophilus	Heilt aus
	Bakterielle Keratitis	Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus aureus, Streptococcus pneumoniae, Coliforms, Pseudomonas Haemophilus	Heilt aus
	Virale Konjunktivitis	Adenovirus, Coxsackie, Picornavirus	Heilt aus
	Virale Keratitis	Herpes simplex	Ulzerationen heilen ohne Narben, Risiko von permanenten Narben und Blindheit
	Hepatitis B und C	Hepatitis Virus	Risiko der chronischen Hepatitis-Infektion, Leberzirrhose, Risiko für hepatozelluläre Karzinome
	HIV	HIV	Schlechte Langzeitprognose

Tabelle 3: Mögliche Augenverletzungen und ihre Folgen (Farrier et al. 2006)

In wenigen Studien wurde bereits die Kontamination von Schutzbrillen untersucht. Dabei handelte es sich zum einem um Schutzbrillen, die im allgemeinchirurgischen oder orthopädischen Bereich getragen wurden. Bei diesen konnte in 45 % der Fälle eine Kontamination mit Blut an den Schutzbrillen nachgewiesen werden (Davies et al. 2007). In weiteren Studien korrelierte dies mit der Länge der Operation. Je länger eine Operation dauerte, desto höher war die Wahrscheinlichkeit, dass die Brille mit Blut kontaminiert war.

So lag die Inzidenz von Blutspritzern bei Operationen, die 2 h gedauert haben bei 65 % (Marasco and Woods 1998). Bei orthopädischen Operationen war sogar eine Kontamination in 98 % der Fälle nachweisbar (Mansour et al. 2009). Wie wirksam die Desinfektion der Schutzbrillen war, ist in keiner dieser Studien erfasst. Nur in einer einzigen Studie wurde auf das Thema Desinfektion eingegangen. Dabei wurden Brillen, die bei allgemeinchirurgischen Operationen getragen wurden nach der Desinfektion mikrobiologisch untersucht. Dort konnten nach Desinfektion in 74,4 % der Fälle Bakterien nachgewiesen werden (Lange 2014). Die wenigen Studien aus dem zahnmedizischen Bereich untersuchten unter anderem die Kontamination der gesamten persönlichen Schutzausrüstung während einer chirurgischen Entfernung von impaktierten unteren dritten Molaren. Auch dort konnte eine sehr starke Kontamination des Gesichtsfeldes bzw. der Schutzbrille nachgewiesen werden (Al-Eid et al. 2018; Ishihama et al. 2008). Eine weitere Studie untersuchte die Kontamination des gesamten Gesichtsfeldes. Dabei konnte eine Signifikanz für eine Kontamination im Bereich der Nase und der Augen festgestellt werden (Nejatidanesh et al. 2013). Eine weitere Studie aus der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie untersuchte Schutzbrillen nach verschiedenen Operationen (Schnetler 1991). Die offizielle Empfehlung des Robert-Koch-Institutes sieht vor, dass die Schutzbrille bei Kontamination mit einem desinfektionsmittelgetränkten Tuch abzuwischen ist (Robert-Koch-Institut 2006).

1.3. Verwendung von optischen Hilfsmitteln in der Zahnmedizin

In der Zahnmedizin werden immer häufiger optische Hilfsmittel eingesetzt. Die Fähigkeit, jedes noch so feinste Detail zu sehen und dementsprechend zu handeln, ist ein entscheidender Aspekt in der Zahnmedizin. Aus der Verwendung von Lupenbrillen ergeben sich aber nicht nur optische Vorteile, sondern auch Verbesserungen in der Ergonomie. Bereits erhobene Daten zeigen, dass optische Vergrößerungen neben allgemeinzahnärztlich-tätigen Zahnärzten und Zahnärztinnen insbesondere auch von endodontisch-, parodontologisch- aber auch prothetisch-tätigen Zahnärztinnen und Zahnärzten verwendet werden (Meraner and Nase 2008). Durch viele unterschiedliche Hersteller ergeben sich aufgrund der Aerosol-Problematik unterschiedliche Aufbereitungshinweise. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es dazu keine einheitlichen Standards

oder Empfehlungen (Tabelle 4). In Abbildung 1 und Abbildung 2 sind die gebräuchlichen optischen Hilfsmittel zu sehen.

Abb. 1: Beispielbild eines zahnärztlichen Mikroskops

Abb. 2: Beispielbild einer zahnärztlichen Lupenbrille

Aufbereitungshinweise der verschiedenen Lupenbrillenhersteller

Hersteller	Aufbereitungshinweise
A	Desinfektion möglich mit Isoprophylalkohol 70 %
B	Keine genauen Hinweise bekannt, da dieses Bauteil von vielen Herstellern genutzt wird
C	Bei Bedarf mit einem alkoholfreien Flächendesinfektionsmittel
D	Zur Reinigung ein weiches Baumwoll- oder Leinentuch verwenden, bei stärkeren Verschmutzungen das Tuch mit lauwarmem Wasser anfeuchten, auf keinen Fall sollten zum Reinigen der Linse alkoholische bzw. organische Lösungsmittel verwendet werden
E	Reinigung mit Spülmittel unter fließendem Wasser, Desinfektion mit alkoholfreier Lösung möglich
F	Eine Desinfekton durch Sprühen oder Wischen ist zugelassen, nur Behandlungsmittel einsetzen, die für Medizinprodukte aus Kunststoff und Glas freigegeben sind, Isopropylalkohol nur bis zu einer Konzentration von max. 70 %, Tauchdesinfektion, maschinelle Reinigung/Desinfektion im Ultraschallbad und Sterilisation sind nicht zulässig
G	Laut Hersteller ist ein spezielles Reinigungsspray erhältlich
H	Reinigung möglich mit feuchtem Tuch, Desinfektion mit Alkohol bis 70 % möglich
I	Reinigung unter fließendem Wasser möglich, Desinfektion mit einem mildem für Kunststoffe und Glasflächen geeignetem Desinfektionsmittel, kein Lysol, Alkohol, Ethanol, Ammonika, Glutaraldehyd oder Iodophore verwenden
J	Alkoholfreies Desinfektionsspray
K	Die Linsen können mit dem mitgeliefertem Mikrofasertuch gereinigt werden, alle anderen Flächen können mit handelsüblichen Desinfektionsmitteln desinfiziert werden.

Tabelle 4: Aufbereitungshinweise der verschiedenen Lupenbrillenhersteller

1.4. Fragestellung und Ziele der Arbeit

Ziel dieser Pilotstudie war die Testung der Methode zum Nachweis der Brillenkontamination sowie Wirksamkeit der Desinfektion, um spätere Folgestudien zu ermöglichen. Um umfangreiche Aussagen in Bezug zu den Aufbereitungshinweisen der Hersteller machen zu können, sollte zunächst erforscht werden, wie stark die Kontamination des Augenschutzes mit Blut und Speichel bei verschiedenen zahnärztlichen Behandlungen ausfällt. Um ein möglichst aussagekräftiges und verlässliches Ergebnis zu erhalten, erfolgte der Nachweis mit bereits bewährten Methoden, die aus der Forensik stammen. So wurden vorhandene Blutpartikel mittels einer Luminol-Lösung nachgewiesen. Der Speichelnachweis erfolgte durch ein spezielles Papier, das sich basierend auf der Reaktion der Amylase des Speichels mit einem wasserunlöslichen, farblich markierten Stärkekomplex im Papier blau vefärbt. Bei Anwesenheit von Speichelamylase wird dieser Komplex aufgebrochen und die Farbe wird freigesetzt. Das spezielle Testpapier wird in der Forensik verwendet, um Speichel für mögliche DNS-Profile zu dedektieren. Da es sich um eine Pilotstudie zur Testung der Methodik handelte, sollte unter möglichst standardisierten Bedingungen getestet werden. Daher erfolgte die Detektion von Blut und Speichel in dieser Studie auf Einmal-Schutzbrillen, die in dieser Ausführung auch im normalen Praxisbetrieb benutzt werden. Zudem ist die Anschaffung einer Lupenbrille mit einem enormen finanziellen Aufwand verbunden, so dass es bei der Verwendung von Einmal-Schutzbrillen zu keinen Beschädigungen von Fremd-Eigentum kommen konnte. Gemäß der Überlegungen wurden folgende Arbeitshypothesen aufgestellt, die durch die durchgeführten Versuche überprüft werden sollten:

- Bei den Schutzbrillen ist eine Kontamination mit Blut und Speichel zu erwarten
- Die anschließende Desinfektion ist erfolgreich

Um ein möglichst aussagekräftiges Studienergebnis interpretieren zu können, sollte parallel zu den experiementiellen Untersuchungen eine schriftliche Befragung bei der niedergelassenen zahnärztlichen Kollegenschaft zum Trage- und Desinfektionenverhalten von Schutzbrillen in der Praxis erfolgen. Dazu wurde in der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie eine Fragebogen entwickelt (siehe Anhang). Die dazu aufgestellten Hypothesen lauteten:

- Jede Zahnärztin und jeder Zahnarzt trägt immer eine Schutzbrille
- Die behandelnden Mitarbeitenden in der Praxis tragen immer einen Augenschutz
- Die Schutzbrillen werden nach jedem Patienten und jeder Patientin desinfiziert
- Bei Verwendung eines optischen Hilfsmittels, wie Mikroskop oder Lupenbrille, wird dieses nach jedem Patienten und jeder Patientin desinifziert
- Es gibt soziodemographische Unterschiede (Geschlecht, Alter, Lage der Praxis) bei der Verwendung von Desinfektionsmittel und beim Trageverhalten der Schutzbrille

2. Material und Methode

Vor Beginn der Studie wurde ein Votum bei der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf eingeholt, das am 16.08.2016 unter der Nummer „5626“ bewilligt wurde.

2.1. Verfahren für die Schutzbrillen-Untersuchung

Verwendete Schutzbrillen/Ersatzvisiere	**Hersteller**
Safeview*	Halyard (Formerley Kimberley-Clark Health Care), Koblenz
Safeview* Replacement Lenses	Halyard (Formerley Kimberley-Clark Health Care), Koblenz

Tabelle 5: Verwendete Schutzbrillen/Ersatzvisiere für die Untersuchung *Registered Trademark or Trademark of Kimberley-Clark Worldwide, Inc. © 2007

Abb. 3: Bild einer verwendeten Schutzbrille

Für die Schutzbrillen-Untersuchung wurden n= 55 Schutzbrillen der in Tabelle 5 genannten Marke verwendet. Abbildung 3 zeigt den typischen Aufbau der verwendeten Schutzbrille. Um auszuschließen, dass bereits Verunreinigungen auf den Schutzbrillen vor der zahnärztlichen Behandlungen bestanden, wurde ein Studiendesign mit drei Messzeitpunkten konzipiert.

Messzeitpunkt T0- nach Wischdesinfektion, vor der Behandlung

Messzeitpunkt T1- unmittelbar nach der Behandlung, vor der Desinfektion

Messzeitpunkt T2- nach Wischdesinfektion, nach der Behandlung

Zum Nachweis von Blutpartikeln wurde wie bereits erwähnt eine Luminol-Lösung verwendet. Dieses Verfahren wurde bereits 1966 von Weber veröffentlicht und in verschiedenen Studien wurde die erfolgreiche Detektion von Blutspuren nachgewiesen (Barni et al. 2007; Bortoluzzi et al. 2014; Seashols et al. 2013). Dabei kommt es beim indirekten Nachweis des im Blut enthaltenen Hämoglobins zu einer Chemolumineszenz. In alkalischem Milieu wird Luminol durch Wasserstoffperoxid zu Dehydroluminol oxidiert. Die Anwesenheit von Schwermetallen und Komplexverbindungen mit Peroxidasewirkung wie Hämin und Häminproteiden beschleunigt diese Reaktion. Dabei wird Energie in Form von Licht freigesetzt, das als sekundenlanges Leuchten gut zu erkennen ist (Wahl et al. 1991). Auf glatter Oberfläche, wie zum Beispiel Linoleum, konnte Blut bis zu einer Verdünnung von 1:100.000 durch Luminol nachgewiesen werden (Seashols et al. 2013). Zum Nachweis von Speichelkontamination wurde ein spezielles Papier (Phadebas ®) verwendet, das bereits in mehreren forensischen Studien erfolgreich getestet wurde (Hedman et al. 2008; Olsén et al. 2011). Auf Baumwolle konnte mit dem Phadebas® Forensic Press Test Speichel bis zu einer Verdünnung von 1:100 nachgewiesen werden. Im Ganzen zeigte der Phadebas® Test bessere Resultate als der Nachweis mit Lichtquellen (Hedman et al. 2008). Bei den durchgeführten Vorversuchen zeigte sich, dass eine Verwendung der Luminol-Lösung und des Phadebas® Forensic Press Test nicht auf der gesamten Brille erfolgen kann, da es durch die Verwendung des Papiers zu einer vermeintlichen Vergrößerung der Blutkontamination kommen kann. Daher wurde vorab eine Permutationsreihenfolge für die verschiedenen Nachweise gewählt, um aussagekräftige und unverfälschte Ergebnisse bei der Untersuchung zu gewährleisten. So wurden alle Visiere mit ungeraden ID-Nummern der Permutation „a“ zugeordnet und dementsprechend gerade ID-Nummern der Permutation „b“.

Permutation a: Blutnachweis auf der rechten Brillenseite, Speichelnachweis auf der linken Brillenseite

Permutation b: Blutnachweis auf der linken Brillenseite, Speichelnachweis auf der rechten Brillenseite

Die Seitentrennung ließ sich sehr gut umsetzen, da das Papier zum Speichelnachweis sehr genau auf die Brillenhälfte zugeschnitten werden konnte. Zur Gewährleistung von standardisierten Untersuchungsbedingungen wurde die Untersuchung der Schutzbrillen in einem fensterlosen Raum durchgeführt. Der Raum wurde mit zwei handelsüblichen Leuchtstoffröhren beleuchtet. Die Schutzbrillen-Visiere wurden für die Untersuchung von ihrem Rahmen entfernt und auf das Untersuchungsglas gelegt. Zur besseren fotografischen Darstellung wurde die Glasplatte mit schwarzem Tonpapier hinterlegt. Die Kamera wurde so montiert, dass das Entnehmen des Akkus sowie der Speicherkarte ohne Demontage möglich war (Aufbau Versuchsapparatur siehe Abb. 4, erforderliche Geräte siehe Tabelle 6).

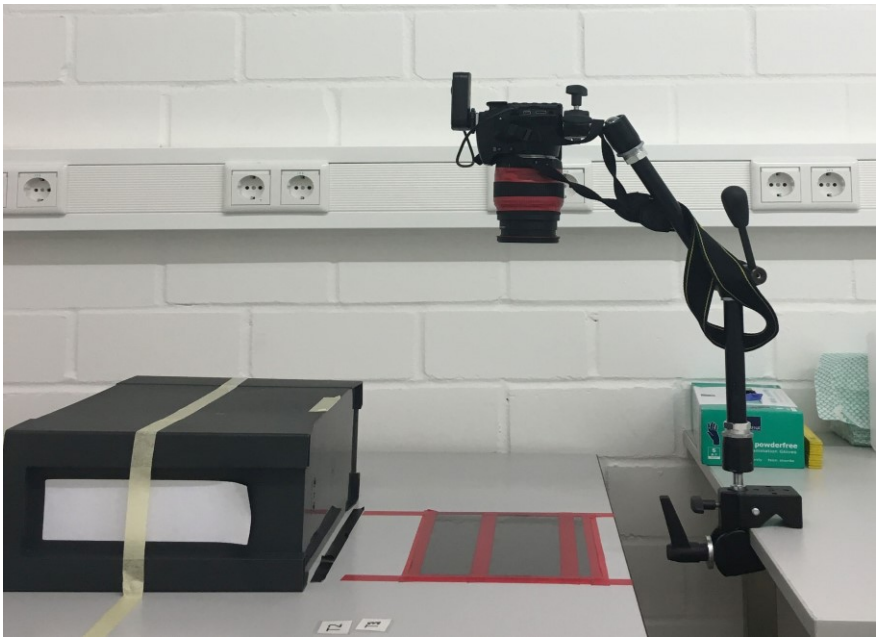

Abb. 4: Versuchsaufbau der Schutzbrillen Untersuchung

Verwendete Geräte	Hersteller
Spiegelreflexkamera Nikon D3100 Objektiv 18-220mm	Nikon, Düsseldorf Sigma, Rödermark
Magic Kamera Arm (Schnellspann) mit Magic clamp	Manfrotto, Cassola (Italien)
Oppilas Fernauslöser	Pixel HK, Hongkong
Elektronischer Timer	TFA Dostmann, Wertheim

Tabelle 6: Verwendete Geräte für die Schutzbrillen Untersuchung

Für die Vorbereitung wurde zunächst das Phadebas® Test Papier gemäß den Maßen der Visiere zurecht geschnitten und entsprechend halbiert, so dass immer nur eine Brillenhälfte belegt werden konnte. Nach dem bereits bewährten Verfahren von Weber (Weber 1966) wurden die drei Luminol-Stammlösungen hergestellt:

Luminol-Stammlösung I (NAOH 0,4N) bestehend aus 8 g festem Natriumhydroxid gelöst in 500 ml Aqua dest. Stammlösung II (H2O2 0,176 M) bestehend aus 10 ml Wasserstoffperoxid 30%ig gemischt mit 490 ml Aqua dest, sowie Stammlösung III (Luminol 0,004M), bei der 0,354 Luminol in 62,5 ml NAOH (0,4 N) gelöst wird und anschließend mit Aqua dest. auf 500 ml aufgefüllt wird. Alle erforderlichen Chemikalien für die Herstellung der drei Stammlösungen sowie Utensilien für die Durchführung der Nachweise sind in folgender Tabelle (Tabelle 7) aufgeführt.

Verwendete Chemikalien/Materialien	Hersteller
Luminol	Roth, Karlsruhe
Wasserstoffperoxid 30% (H2O2)	Roth, Karlsruhe
Natriumhydroxid (NAOH)	Roth, Karlsruhe
Zerstäuberflaschen (Volumen gesamt 20 ml, Volumen/Sprühvorgang: ca. 0,05 ml)	Roth, Karlsruhe
Phadebas® Forensic Press Test	Phadebas®, Lund (Schweden)
Bacillol AF	Hartmann, Heidenheim
Ampuwa® Spüllösung (Aqua dest.)	Fresenius Kabi, Bad Homburg
Wypall* Tücher	Kimberley Clark Professional, Koblenz

Tabelle 7: Verwendete Chemikalien/Materialien für die Schutzbrillen Untersuchung *Trademark of Kimberley-Clark Worldwide

Die Untersuchung zu den drei Messzeitpunkten T0, T1 und T2 wurde wie folgend beschrieben durchgeführt:

Zum Untersuchungszeitpunkt T0 wurden die Brillen vorab mit Bacillol AF wischdesinfiziert um mögliche vorhandene Verunreinigungen auszuschließen.

Nach Anlegung eines Kittels und den Untersuchungshandschuhen wurden die Visiere entnommen und auf dem Untersuchungsglas zentriert. Der Phadebas Forensic Press Test bedarf laut den Anweisungen des Herstellers einer Anfeuchtung. Dies erfolgte mit einer mit Wasser gefüllten Zerstäuberflasche aus einer zuvor standardisierten Höhe. Entsprechend der Permutation wurde der Phadebas Forensic Press Test auf die entsprechende Visierhälfte gelegt und mit einem mit Frischhaltefolie ummanteltem Fensterglas abgedeckt. Im Anschluss wurde der Timer gemäß den Herstellerangaben auf 40 Minuten gestellt. Nach der Wartezeit wurde das Glas entfernt und ein Foto mit der entsprechenden Kameraeinstellung (Tabelle 8) angefertigt. Nach erfolgreicher Dokumentation wurde der Untersuchungszeitpunkt als auch die Studien-ID auf dem Phadebas®Forensic Press Test dokumentiert und der Test wurde zur endgültigen Trocknung gelagert. Anschließend wurde eine gebrauchsfertige Luminol-Lösung angefertigt. Dazu wurden die Stammlösungen der Kühlung entnommen und jeweils 1ml von jeder Stammlösung mit 7 ml Aqua dest. in eine Zerstäuberflasche gefüllt. Die Kameraeinstellungen wurden entsprechend auf die dunkle Umgebung eingestellt und nach Abschalten der Lichtquelle im Raum wurde nach dem Besprühen mit Luminollösung aus einer Zerstäuberflasche ein Foto von dem Visier angefertigt. Nach erfolgreicher Dokumentation wurde das Licht wieder eingeschaltet und die Luminolreste wurden mit Wypall-Tüchern entfernt und auf dem Visier mit Wasser abespült. Nach Abschluss der Untersuchungen mit Luminol und Phadebas wurden die Visiere auf die Brillen-Rahmen gesteckt und mit der entsprechenden ID beschriftet in einem verschließbarem Beutel gelagert. Die nun fertig präparierten Brillen wurden zusammen mit dem Behandlungsprotokoll und den Einwilligungserklärungen (beides siehe Anhang) eingewiesenen Mitarbeiterinnen der Poliklinik übergeben, die diese an die teilnehmenden Personen verteilt haben. Bei den teilnehmenden Personen handelte es sich um Studierende der Behandlungskurse und Personal der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie. Die Brillen wurden dabei bei unterschiedlichsten zahnärztlichen Behandlungen (siehe Behandlungsprotokoll) getragen und dies somit auch für

unterschiedlich lange Dauer. Zudem erhielten die teilnehmenden Personen die Anweisung, die Brillen nur am Bügel anzufassen und nach der Behandlung nicht zu desinfizieren, sondern direkt nach der Benutzung wieder in den verschließbaren Beutel zu lagern. Auch wurden die teilnehmenden Personen angewiesen, das Behandlungsprotokoll sowie die Einverständniserklärung auszufüllen und abzugeben. Die Sammlung der Brillen erfolgte durch die eingewiesenen Mitarbeiterinnen, um eine Verblindung der anschließenden Untersuchung zu erreichen. Bei dem Untersuchungszeitpunkt T1 wurden die Brillen vorsichtig aus dem Beutel genommen und zunächst auf makroskopische Kontamination untersucht. Danach erfolgte erneut die zuvor beschriebene Abfolge des Phadebas® Tests sowie die Untersuchung mit der Luminol-Lösung. Nach entsprechender Anfertigung aller Nachweise wurden die Visiere mit Bacillol AF wischdesinfiziert und danach unter fließendem Wassser abgespült sowie getrocknet. Die desinfizierten und getrockneten Schutzbrillen wurden dann erneut wieder mit dem Phadebas® Papier sowie mit der Luminol-Lösung zum Zeitpunkt T2 untersucht. Zwischen den Untersuchungszeitpunkten wurde die Untersuchungsapparartur sowie alle zur Untersuchung gehörenden Geräte desinfiziert oder erneuert.

Kameraeinstellung für Phadebas® Forensic Press Test	
Iso-Einstellung	800
Belichtungszeit (P) in sec	1/50
Blende (f)	5

Kameraeinstellung für Luminol-Lösung	
Iso-Einstellung	400
Belichtungszeit (P) in sec	4
Blende (f)	5

Tabelle 8: Verwendete Kameraeinstellungen für die Schutzbrillen Untersuchung

2.2. Digitale Auswertung der Fotografien

Mit dem Statistikprogramm G-Power (Faul et al. 2007) wurde vor Studienbeginn eine Fallzahlanalyse durchgeführt (effect size f= 0,25; α err= 0,05; Power= 0,95). Diese ergab, dass für ein aussagekräftiges Ergebnis mindestens 43 Brillen (total sample size) untersucht werden müssen. Um etwaige fehlerbedingte Dropouts (20% dropout-Rate) zu kompensieren wurden n= 55 Brillen untersucht. Aufgrund fehlender Einverständniserklärungen bei 2 Brillen konnten insgesamt 53 Brillen fotografisch ausgewertet werden. Die digitalisierten Fotografien der Schutzbrillen wurden mit dem Softwareprogramm Fiji (Version 1.50e) ausgewertet. Zuvor wurde mit Adobe Photoshop (Version CS6) eine Maske für die Fotos hergestellt, damit für die Auswertung standardisiert nur die Brillenoberfläche ausgewertet werden konnte. Zudem konnte mit der angefertigten Maske die Brille genau in der Mitte geteilt werden, so dass gemäß der Permutation nur die entsprechende Seite ausgewertet werden konnte. Anschließend wurden für die Luminol Bilder (Abb. 5a) sogenannte Thresholds (Abb. 5b) angefertigt. Das bedeutet, dass die zuvor fluoreszidierenden Bereiche in ein schwarz-weiß Bild übertragen wurden (Abb. 5c), so dass die angefärbten Pixel exakt ausgezählt werden konnten. Bei den Bildern des Phadebas® Press Test (Abb. 6a) wurden die entsprechend angefärbten Anteile per Hand im Foto markiert (Abb. 6b) und über den ROI (Region of Interest) Manager in Pixel umgerechnet. Das Markieren per Hand wurde nur durch die Doktorandin selbst vorgenommen. Auch in diesem Fall konnte so die Anzahl markierten Pixel berechnet werden. Bei der rechten Brillenseite betrug die Gesamtpixelanzahl des Brillenausschnitts 113804 Pixel, bei der linken Brillenseite 114635 Pixel.

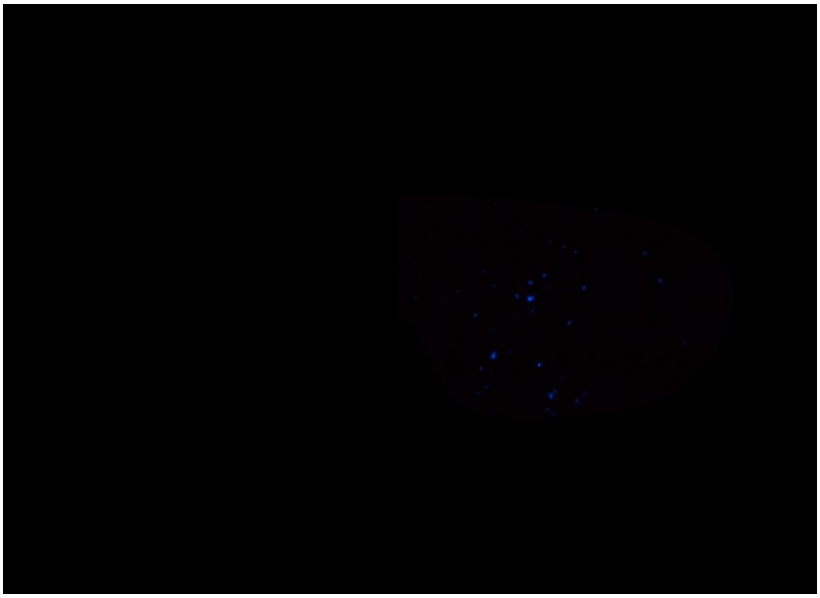

Abb. 5a: Luminol Bild einer getragenen Schutzbrille

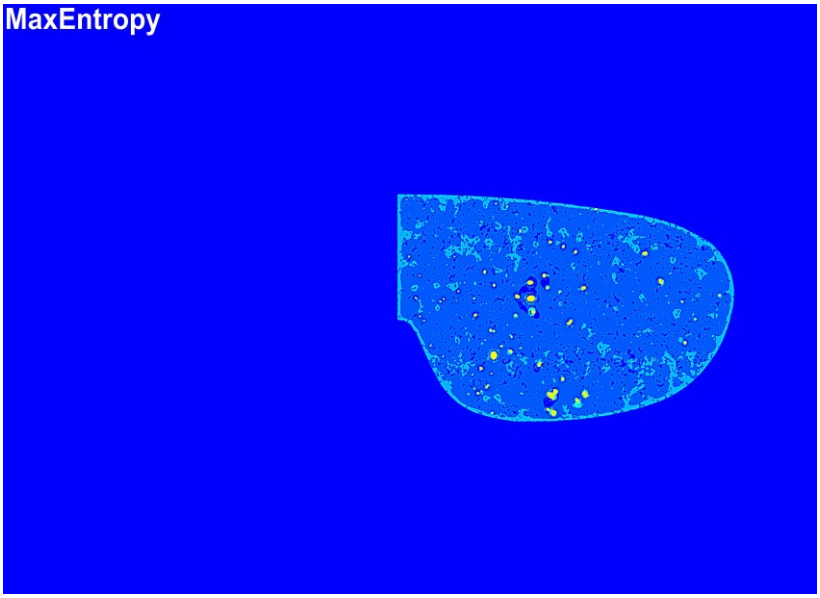

Abb. 5b: Threshold-Bild des Luminol-Bildes

Abb. 5c: Schwarz/weiß Bild des Threshold-Bildes

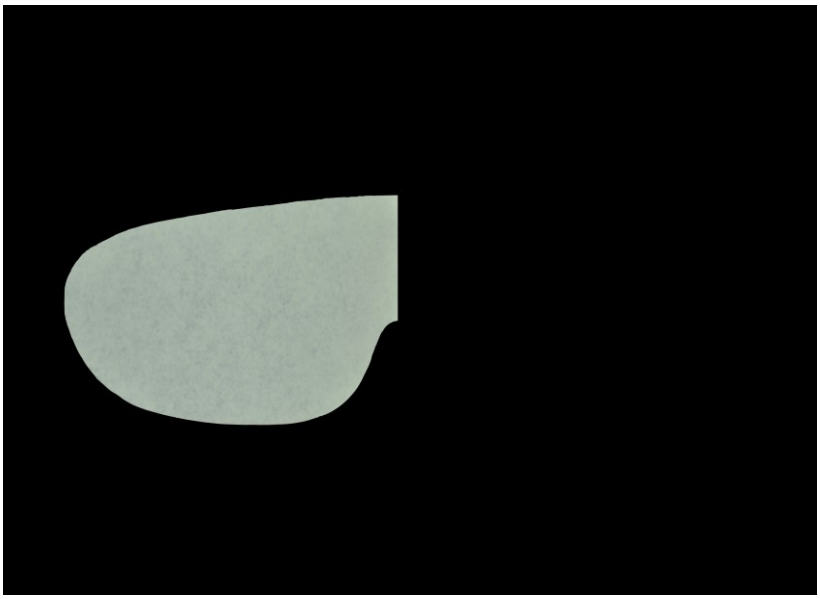

Abb. 6a: Bild des Phadesbas ® Forensic Press Test

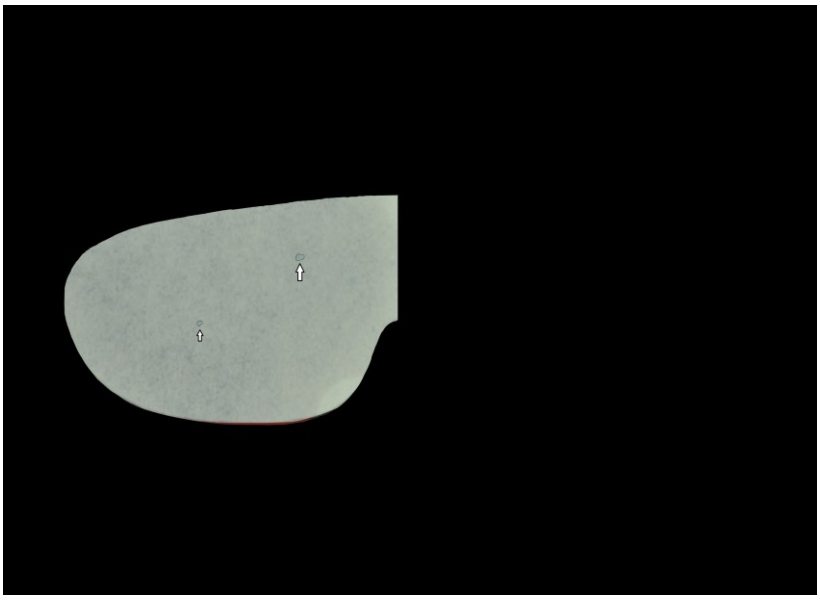

Abb. 6b: gefärbte Anteile des Phadebas ® Forensic Press Test

2.3. Statistische Auswertung der Fotografien

Um die Blut- und Speichelkontamination messbar zu machen und vergleichen zu können wurden die markierten und gezählten Pixel zunächst in einer Excel-Tabelle (Version14) mit den Ausführungen aus dem Behandlungsprotokoll zusammengeführt und anschließend in SPSS (Version 24) übertragen. Durch die verschiedenen Abfragen im Behandlungsprotokoll (siehe Anhang) ergaben sich mehrere Gruppenvariable. So konnte der Pixelwert und somit die Kontamination in Bezug dazu gerechnet werden, ob die Schutzbrille von einem Behandler oder Behandlerin oder der Assistenz getragen wurde. Zudem konnte die Händigkeit des Brillentragenden in die Berechnungen einfließen und der Vergleich der Kontamination bei verschiedenen zahnmedizinischen Behandlungen konnte evaluiert werden. Auch wurde die makroskopisch sichtbare Kontamination mit in die Auswertung einbezogen, um eine mögliche Korrelation zwischen einer erhöhten Anzahl gefärbter Pixel und damit bei bereits mit bloßem Auge sichtbarer Kontamination berechnen zu können. Von der statistischen Auswertung wurden die benutzten Brillen ausgeschlossen (n= 3), die zwar von teilnehmenden Personen getragen wurden, allerdings bei der Frage im Behandlungsprotokoll, ob sie diese als Behandler oder Behandlerin oder Assistenz getragen haben, beides angegeben haben oder keine Angabe in diesem Bereich gemacht haben. Bei der Überprüfung der Daten auf Normalverteilung zeigte sich, dass diese nicht gegeben ist, daher wurden die Unterschiede der Kontamination zwischen den

drei Messzeitpunkten mit dem Friedman-Test berechnet. Bei Mehrfachvergleichen zwischen den drei Messzeitpunkten wurde mit Post-hoc Tests nach Dunn-Bonferroni gerechnet. Für die unterschiedlichen Behandlungsarten PZR/Prophylaxe, Paro/Chirurgie, Endo und Füllungstherapie konnten mit dem Kruskal-Wallis-Test Ergebnisse für die Kontamination mit Blut berechnet werden. Für die möglichen Unterschiede der Kontamination bei dem Behandler oder der Behandlerin und der Assistenz, der Händigkeit des Behandelnden sowie der Brillenseite im Zuge der Permutation konnte der Mann-Whitney-U Test für die Kontamination mit Blut verwendet werden. Bei den Berechnungen wurde die α-Fehlerwahrscheinlichkeit auf 0,05 festgesetzt.

2.4. Umfrage

Der Fragebogen, der das Trage- und Desinfektionsverhalten in der zahnärztlichen Praxis bei der niedergelassenen Kollegenschaft erfassen sollte, wurde in der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie entwickelt (siehe Anhang). Dabei sollten unter anderem folgende Punkte abgefragt werden: Alter, Geschlecht, Trage- und Desinfektionsverhalten des Praxisinhabenden bei verschiedenen zahnärztlichen Behandlungen, Trage- und Desinfektionsverhalten der zahnärztlichen Assistenz, Verwendung und Desinfektion eines Mikroskops sowie Markennennungen zu Lupenbrillen und Desinfektionsmitteln. Es waren ausdrücklich Mehrfachnennungen möglich, zum Beispiel bei welchen Behandlungen ein Augenschutz getragen wird. Auch wurden bei Fragen Antworten vorgegeben, so zum Beispiel bei der Frage nach der Art des Augenschutzes und dem Reinigungsintervalls des Augenschutzes. Die Adressen der zahnärztlichen Kollegenschaft des Kammerbereichs Nordrhein wurden über die Internetseite der Zahnärztekammer Nordrhein herangezogen (www.zahnaerztekammernordhein.de). Dort haben die entsprechenden Praxen ihre Adressen freiwillig hinterlegt. Insgesamt konnten so 3823 Adressen erfasst werden. Der Fragebogen sowie das Anschreiben als auch der frankierte Rückumschlag wurden mit laufenden Nummern bedruckt, um die Umfrage pseudonyminisert durchzuführen. Dies wurde so durchgeführt, um bei einer eventuell schlechten Rücklaufquote erneut in den entsprechenden Praxen nachfragen zu können. Dem Fragebogen mit dem dazugehörigen Anschreiben wurde der bereits frankierte Rückumschlag beigefügt. Alle Fragebögen

wurden postalisch an die Praxen gesendet. Zur Datenerfassung wurde eine Excel-Tabelle angelegt (Version 14). Bei der Eingabe des Fragebogens wurden den Antworten jeweils eine

0= nicht angekreuzt oder

1= angekreuzt

zugeordnet. Bei den offenen Feldern zur Eintragung von Markennennungen wurde den meist angegebenen Marken jeweils eine Nummer (Hersteller A= 1, Hersteller B= 2, usw.) zugeordnet. Die so entstandene Daten-Tabelle wurde in SPSS (Version 24) übertragen und zu den unten aufgeführten Fragestellungen wurden die Summen für die jeweiligen Antwortalternativen berechnet. Die Häufigkeiten wurden deskriptiv miteinander verglichen. Zur besseren Darstellung wurden Säulendiagramme erstellt:

Wie sind die Geschlechter verteilt?

Bei welchen Behandlungen wird ein Augenschutz getragen?

Wie oft wird der Augenschutz gereinigt?

Welche Art von Augenschutz tragen die Mitarbeitenden in der Zahnarztpraxis?

Verwendung eines Mikroskops in der Zahnarztpraxis

Wie oft wird das Mikroskop desinfiziert?

Mittels Kolmogorov-Smirnov-Test wurden die Daten auf Normalverteilung geprüft. Für die Umfrage und deren statistische Auswertung galt ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$. Zur weiteren statistischen Auswertung wurden Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Anhand der Anwortoptionen wurden die Variablen „Nutzung des Desinfektionsmittels“, ob dieses nach jedem Patienten und jeder Patientin genutzt wird und das Tragen einer Schutzbrille dichotomisiert. Wurden diese Antworten angekreuzt wurde es als „Ja“ gezählt, wurde dieses nicht gewählt wurde es als „Nein“ gewertet. Bei der Berechnung wurden das Geschlecht (m/w), die Lage der Praxis, die Nutzung von Desinfektionsmittel, ob die Desinfektion nach jedem Patienten und Patientin erfolgt und das Tragen einer Schutzbrille als Zielvariablen gewählt. Bei der Lage der Praxis wurde zwischen einer ländlichen Lage,

Kreisstadt und Großstadt unterschieden. Bei der Auswertung fungierten die Lage der Praxis und das Geschlecht als Gruppenvariablen. Desweiteren wurden *t*-Tests durchgeführt, in denen das Alter in Bezug zur Nutzung von Desinfektionmitteln, ob die Desinfektion nach jedem Patienten und Patientin durchgeführt wird und ob eine Schutzbrille getragen wird, gesetzt wurde.

3. Ergebnisse

3.1. Makroskopische Kontamination der Schutzbrillen zum Zeitpunkt T1

Von den untersuchten Brillen (n= 53) zeigten 32 Brillen (60,38%) eine makroskopische Kontamination und 21 Brillen (39,62%) bei der Betrachtung mit bloßem Auge keine Kontamination. Beim Vergleich der makroskopischen mit der nicht-makroskopischen Kontamination zeigte sich ein signfikanter Unterschied ($p < 0,01$; $U = 126,50$) bei der Kontamination mit Blut. Auch wenn makroskopisch keine Kontamination identifizierbar war (n= 21) hatten dennoch alle von diesen untersuchten Brillen einen Pixelwert > 0. Makroskopisch kontaminierte Brillen hatten einen höheren Pixelwert (Median= 3848 Pixel) als makroskopisch nicht kontaminierte Brillen (Median= 77 Pixel). Die Effektstärken ($r = 0,52$) sind nach Cohen (1992) als stark zu interpretieren. Auch die Kontamination mit Speichel zeigte im Unterschied der Pixelwerte ein hochsignifikantes Ergebnis ($p = 0,001$; $U = 191,50$). Makroskopisch kontaminierte Brillen hatten einen höheren Pixelwert (mittlerer Rang= 31,53) als makroskopisch nicht kontaminierte Brillen (mittlerer Rang= 20,10).Die Effektstärken ($r = 0,45$) sind nach Cohen (1992) als mittel zu bewerten.

3.2. Kontamination der Schutzbrillen mit Blut

Beim Vergleich der Kontamination mit Blut zwischen den Messzeitpunkten T0, T1 und T2 zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied ($p< 0,001$). Post-hoc Tests nach Dunn-Bonferroni zeigten, dass die Unterschiede zwischen T0 und T1 lagen ($p< 0,001$; $r= 0,72$). Zudem lag zwischen T1 und T2 ein signifikanter Unterschied vor ($p< 0,001$; $r= 0,71$). Wie in Abbildung 7 zu sehen, war ein deutlicher Anstieg der Kontamination bei T1, also nach der Behandlung, zu beobachten. Der Medianwert stieg dabei vom Zeitpunkt T0 von 34 Pixel auf 330 Pixel zum Zeitpunkt T1. Ebenso ist erkennbar, dass sowohl zum Zeitpunkt T0 als auch zum Zeitpunkt T2 eine Kontamination mit Blut feststellbar war. Die Effektstärken sind nach Cohen (1992) als „stark“ zu interpretieren.

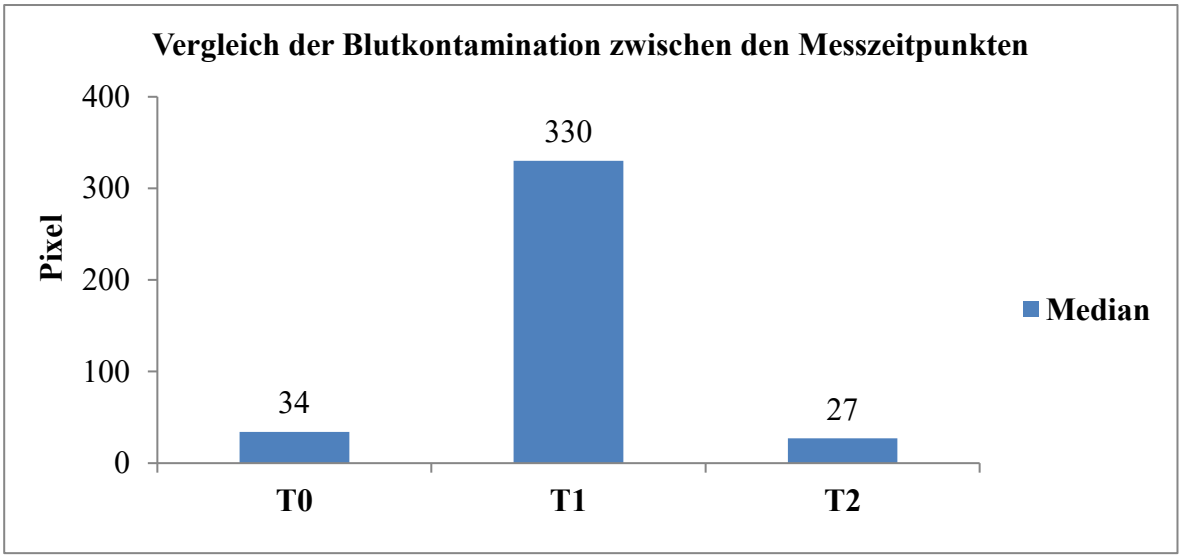

Abb. 7: Vergleich der Kontamination zwischen den Messzeitpunkten

Beim Vergleich der Blutkontamination zum Zeitpunkt T1 bei verschiedenen Behandlungsarten (Abb. 8) zeigte sich eine Tendenz zu einem signifikanten Unterschied ($p= 0,054$; $H(3)= 7,64$). Dabei fiel die Kontamination mit Blut bei der PZR mit einem Medianwert von 1087 Pixel am höchsten aus, gefolgt von der Kontamination bei der Parodontal/Chirurgie-Behandlung (Median= 924 Pixel). Die Kontamination bei der Endodontischen-Behandlung (Median= 40 Pixel) und Füllungstherapie (Median= 286 Pixel) fiel dabei geringer aus.

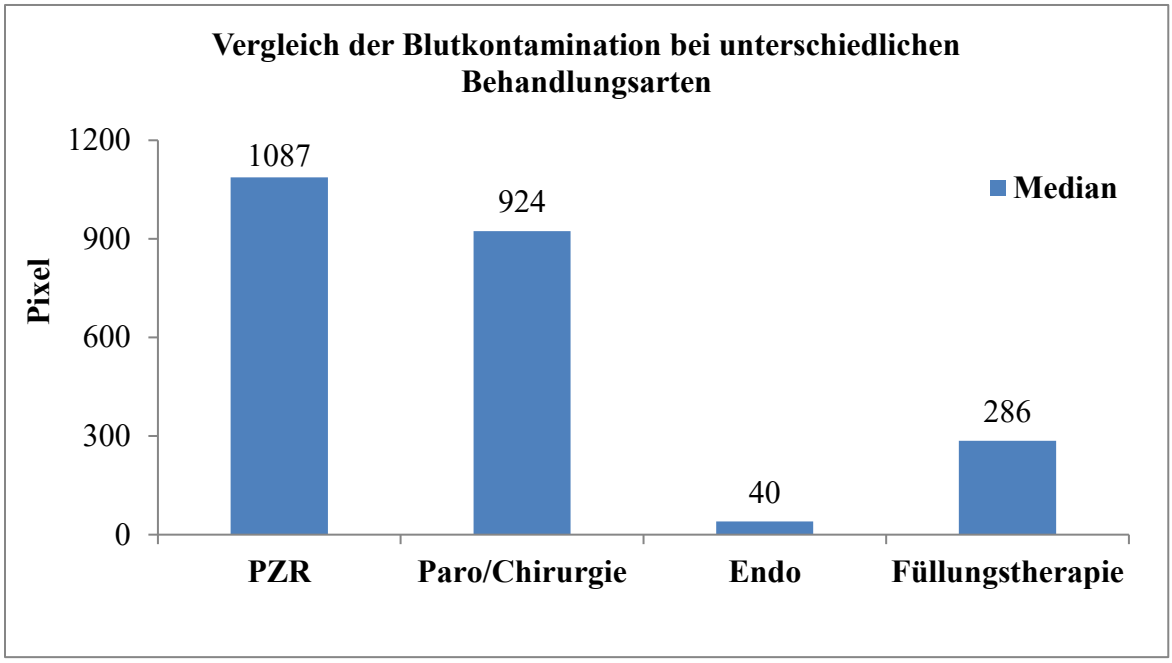

Abb. 8: Vergleich der Blutkontamination bei unterschiedlichen Behandlungsarten

Beim Vergleich der Blutkontamination zwischen Behandlerin und Behandler und Assistenz zum Zeitpunkt T1 (Abb. 9) zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Pixelanzahl (p= 0,018; U= 184,50, r= 0,33). Der Medianwert beim Behandler oder Behandlerin lag dabei bei 1406 Pixel, der Medianwert bei der Assistenz bei 89 Pixel. Bei dieser Berechnung konnten n= 50 Brillen ausgewertet werden, da bei 3 Schutzbrillen entweder keine Angabe im Behandlungsprotokoll gemacht worden war oder aber die brillentragende Person sowohl als Behandelnde als auch als Assistenz tätig war.

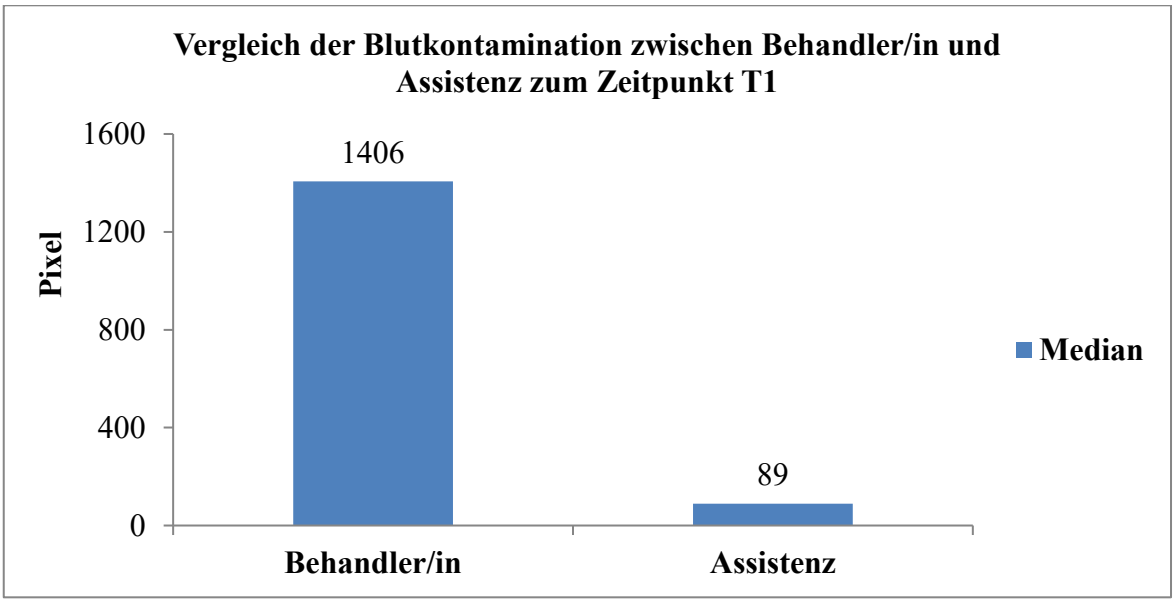

Abb. 9: Vergleich der Blutkontamination zwischen Behandler/in und Assistenz zum Zeitpunkt T1

Bei der Berechnung der Pixel in Abhängigkeit von der Permutation sowie der Händigkeit des Brillentragenden zeigte sich in beiden Fällen kein signifikanter Unterschied. Insbesondere bei der Abhängigkeit der Permutation war der signifikante Unterscheid in der vorliegenden Untersuchung nicht gewünscht und wurde daher zur Überprüfung berechnet.

3.3. Kontamination der Schutzbrillen mit Speichel

Bei der Kontamination mit Speichel zeigte sich ein signifikanter Unterschied der Pixel zwischen den Messzeitpunkten ($p< 0,001$). Post-hoc Tests nach Dunn-Bonferroni zeigten, dass die Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten T0 (mittlerer Rang= 1,85) und T1 (mittlerer Rang= 2,30) lagen ($p= 0,02$). Zudem zeigte sich von Messzeitpunkt T1 nach T2 (mittlerer Rang= 1,85) ein signifikanter Unterschied ($p= 0,02$). Die Effektstärken ($r= 0.32$) sind nach Cohen (1992) als „mittel“ zu interpretieren. Durch die geringen Varianzen der Werte bei der Kontamination mit Speichel wurde in diesem Fall mit den mittleren Rängen gerechnet. Beim Vergleich der Kontamination zwischen Behandlerin oder Behandler und Assistenz, Permutation und Händigkeit des Brillentragenden zeigte sich kein signifikanter Unterschied der Kontamination.

3.4. Ergebnisse der Umfrage zum Trage- und Desinfektionsverhalten

Bei der durchgeführten Umfrage zum Trage- und Desinfektionsverhalten unter der niedergelassenen Kollegenschaft im Kammerbezirk Nordrhein gab es 1275 Rücksendungen per Brief oder Fax, 6 Antwortbögen waren nicht auswertbar, 35 verschickte Briefe kamen als unzustellbar zurück, so dass letztendlich 1269 Fragebögen ausgewertet werden konnten. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 33,7 %. Die unterschiedliche Anzahl (n) bei den ausgewerteten Daten resultierte aus fehlenden Angaben zu der jeweiligen Frage.

Zunächst einmal wurde das Alter der Zahnärztinnen und Zahnärzte erfasst. Der Mittelwert liegt bei dabei bei 51,3 Jahren ($SD= 9,5$; $n= 1256$). Bei den Geschlechtern zeigte sich, dass 445 Frauen (35,1 %) und 817 Männer (64,4 %) an der Umfrage teilgenommen haben.

Bei den zuvor aufgestellten Hypothesen ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Jede Zahnärztin und jeder Zahnarzt trägt immer eine Schutzbrille

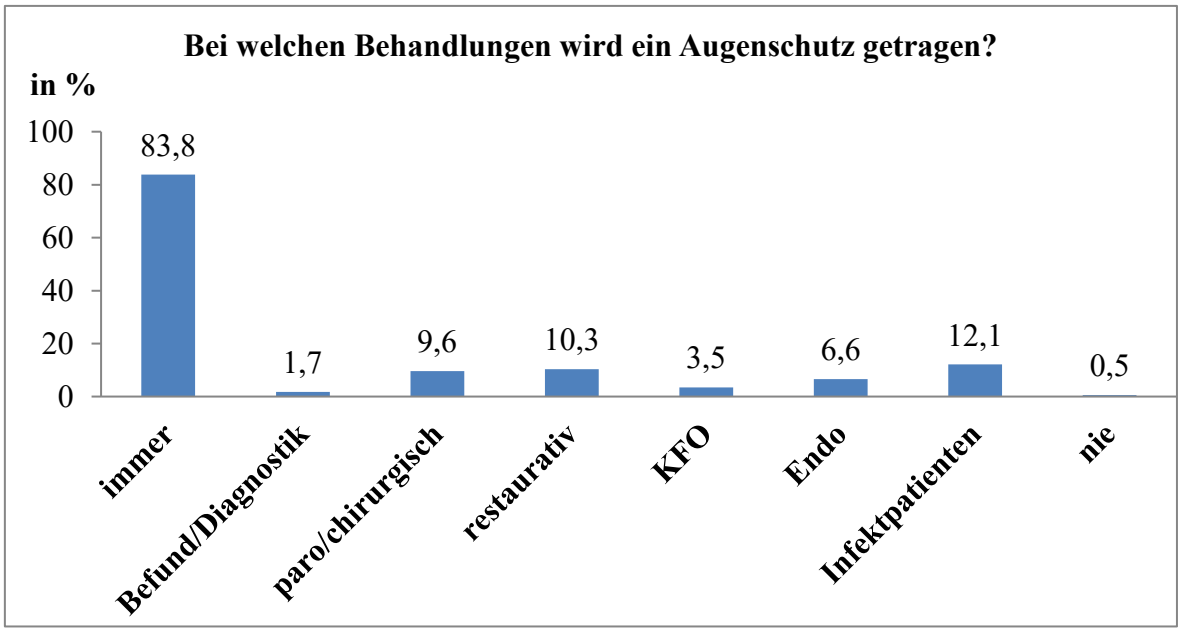

Abb. 10: Angaben bei welchen Behandlungen ein Augenschutz getragen wird in Prozent (n=1269)

Bei der durchgeführten Umfrage ergab sich wie in Abbildung 10 ersichtlich, dass 83,8 % der Zahnärztinnen und Zahnärzte immer eine Form von Augenschutz tragen. 0,5 % gaben an niemals einen Augenschutz zu tragen. Bei den möglichen zahnärztlichen Behandlungen waren Mehrfachnennungen möglich, so dass die angegebenen Antworten von 1,7 % für Befund/Diagnostik bis zu 12,1 % bei Infektpatienten reichten.

- Die zahnärztliche Schutzbrille wird nach jedem Patienten und Patientin desinfiziert

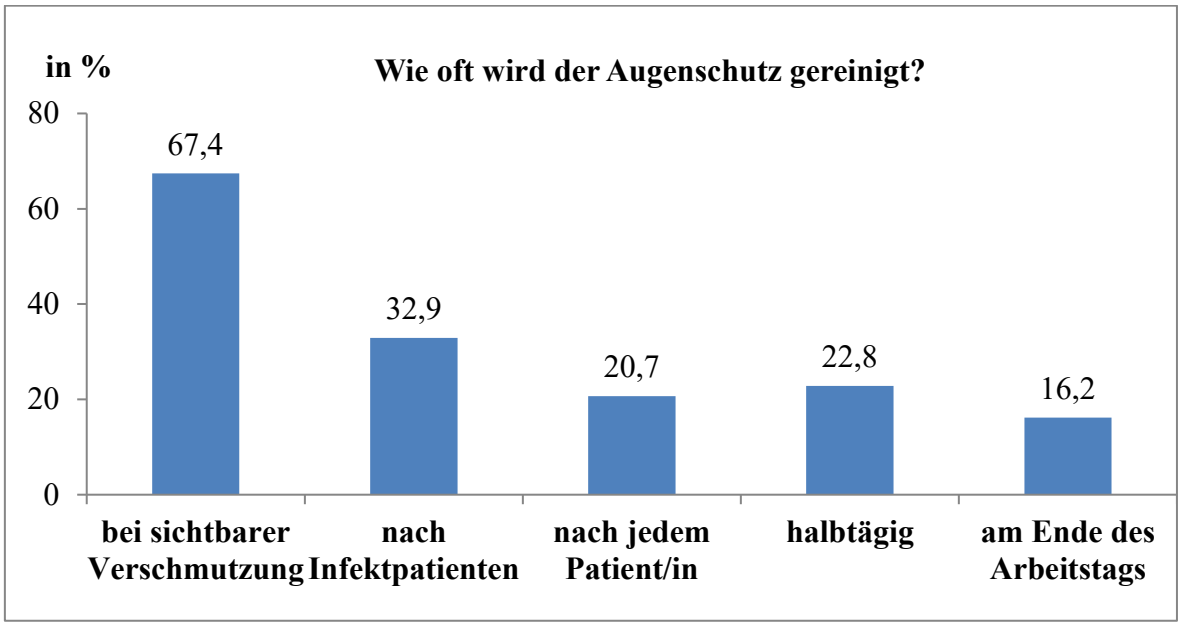

Abb. 11: Angaben zur Reinigung des Augenschutzes in Prozent (n=1269)

Bei der Umfrage zeigte sich (Abb. 11), dass 20,7 % der zahnärztlich-tätigen Kollegenschaft ihren Augenschutz nach jedem Patienten und jeder Patientin reinigen. 67,4 % tun dies laut Angabe bei sichtbarer Verschmutzung und 32,9 % nach Infektpatienten. Bei 16,2 % werde der Augenschutz am Ende des Arbeitstags gereinigt und bei 22,8% halbtägig.

- Die Mitarbeitenden in der Praxis tragen eine Form von Augenschutz

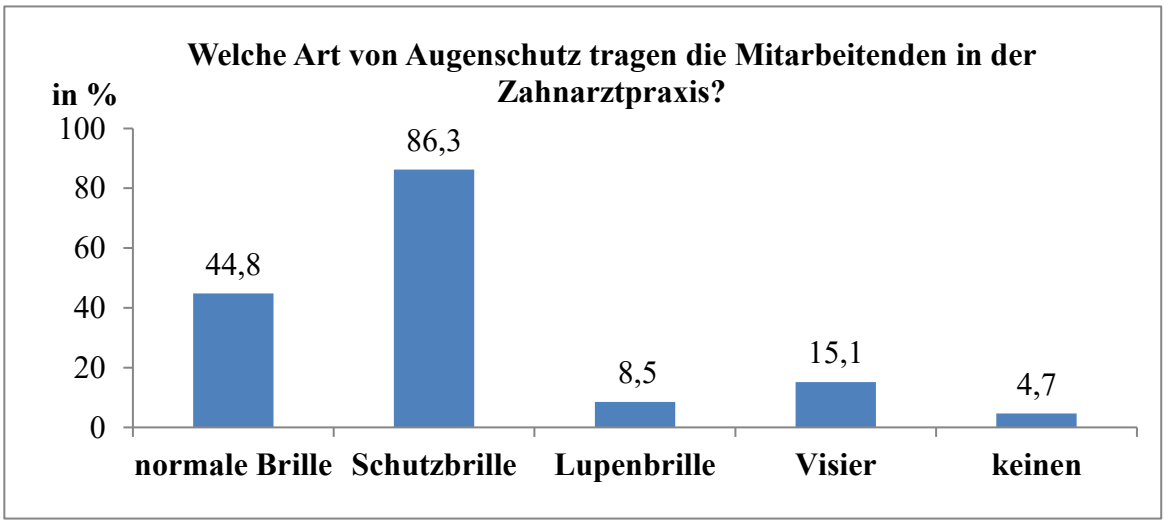

Abb. 12: Angabe zu Augenschutzarten der Mitarbeitenden in der Zahnarztpraxis in Prozent (n=1269)

Anhand der angegebenen Daten zeigte sich, dass 44,8 % der Mitarbeitenden in einer Praxis eine normale Brille tragen, 86,3 % tragen eine Schutzbrille während der zahnärztlichen Tätigkeit, 8,5 % tragen eine Lupenbrille und 15,1 % ein Visier. Bei der Auswertung der Daten zeigte sich, dass 4,7 % der Mitarbeitenden keinen Augenschutz tragen. (Abb. 12)

- Bei Verwendung eines optischen Hilfsmittels (Mikroskop) wird dieses nach jedem Patienten oder jeder Patientin desinfiziert

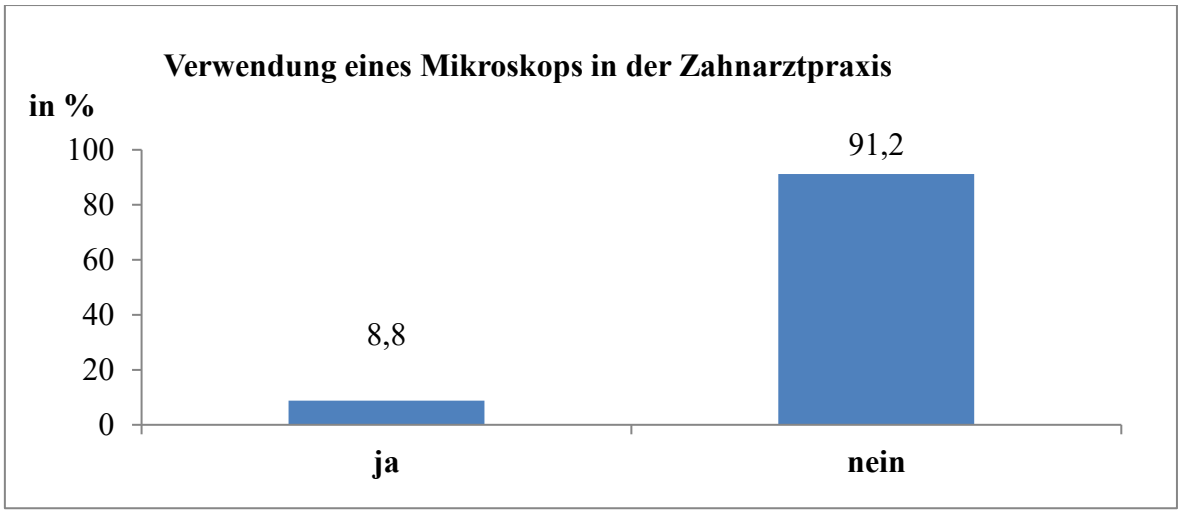

Abb. 13: Angaben zur Verwendung eines Mikroskops in der Zahnarztpraxis in Prozent (n=1269)

Anhand der Datenanalyse zeigte sich wie in Abbildung 13 ersichtlich, dass 8,8 % der zahnärztlich-tätigen Kollegenschaft ein Mikroskop in der Zahnarztpraxis verwenden. Bei den zahnärztlich-tätigen Kolleginnen und Kollegen, die ein Mikroskop als optisches Hilfsmittel verwenden, wird dies nach eigenen Angaben bei 67,9 % nach jedem Patienten oder jeder Patientin desinfiziert, 20,5% würden dies bei sichtbarer Verschmutzung reinigen, 14,3 % nach Infektpatienten. Bei 5,4% werde das Mikroskop halbtägig gereinigt und 12,5% tun dies am Ende des Arbeitstages (Abb. 14).

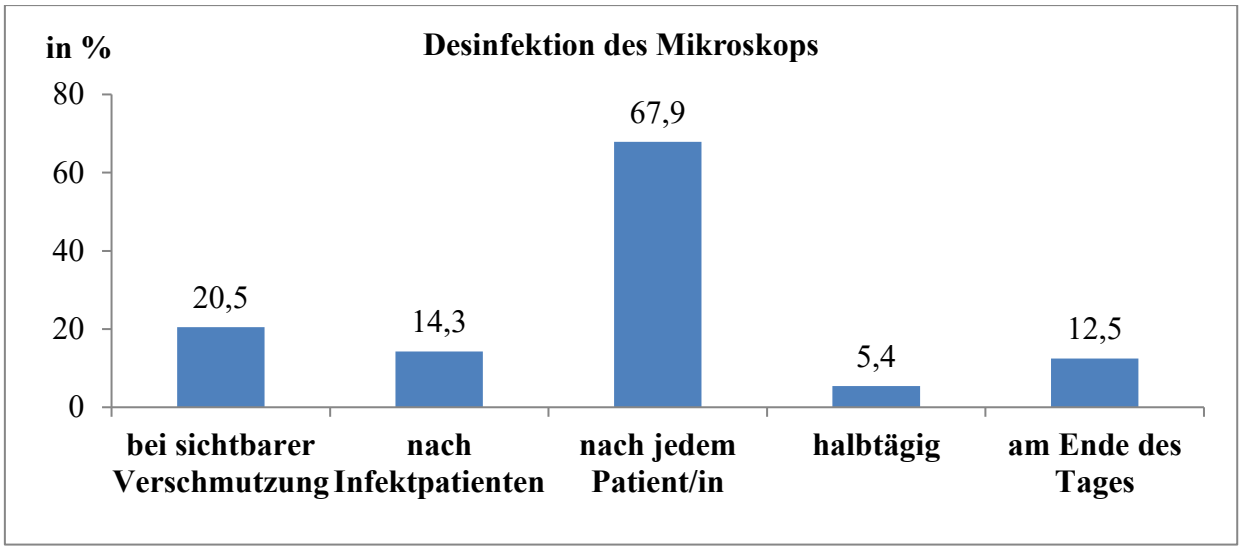

Abb. 14: Angaben zur Desinfektion des Mikroskops in Prozent

Bei der Überprüfung der Variablen „Geschlecht“ und „Lage der Praxis (Ländlich, Kreisstadt, Großstadt)“ bezüglich der Nutzung von Desinfektionsmittel (Tabelle 9) und ob dieses nach jedem Patienten oder Patientin angewendet wird (Tabelle 10) zeigten sich keine statistisch signifikanten Ergebnisse. In gleicher Weise wurde die Assoziation zwischen dem Geschlecht und der Lage der Praxis zur generellen Verwendung einer Schutzbrille berechnet. Auch dort zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Variablen (Tabelle 11). Da die Variable „Alter“ normalverteilt war ($p > 0,05$), wurden *t*-Tests berechnet. Die *t*-Tests mit der Gruppenvariable „Alter“ zeigten keine signifikanten Ergebnisse in der Nutzung von Desinfektionsmittel ($p= 0,22$), beziehungsweise ob dieses nach jedem Patienten und Patientin verwendet wird ($p= 0,64$), sowie des Tragens einer Schutzbrille ($p= 0,59$).

Deskriptive und statistische Ergebnisse der Variable Nutzung von Desinfektionsmittel

	Nutzung von Desinfektionsmittel		
Variable	Ja	Nein	Statistik
Geschlecht[a]			
W	190 (14,97%)	255 (20,09%)	$\chi^2_{(1)} = 0{,}90$; $p = 0{,}34$
M	373 (29,39%)	444 (34,99%)	
Lage[b]			
Ländlich	123 (10,00%)	138 (11,10%)	$\chi^2_{(2)} = 4{,}14$; $p = 0{,}13$
Kreisstadt	132 (10,62%)	198 (15,93%)	
Großstadt	301 (24,22%)	351 (28,24%)	

M, männlich; W, weiblich; [a] Fehlende Daten n = 7; [b] Fehlende Daten n = 26

Tabelle 9: Deskriptive und statistische Ergebnisse der Variable „Nutzung von Desinfektionsmittel zum Geschlecht und zur Lage der Praxis“

Deskriptive und statistische Ergebnisse der Variable Desinfektion nach jedem Patienten/jeder Patientin

	Desinfektion nach jedem Patienten/jeder Patientin		
Variable	Ja	Nein	Statistik
Geschlecht[a]			
W	86 (6,78%)	359 (28,29%)	$\chi^2_{(1)} = 0{,}59$; $p = 0{,}44$
M	174 (13,71%)	642 (50,60%)	
Lage[b]			
Ländlich	53 (4,26%)	207 (16,64%)	$\chi^2_{(2)} = 0{,}03$; $p = 0{,}99$
Kreisstadt	68 (5,47%)	262 (21,06%)	
Großstadt	138 (11,09%)	516 (41,48%)	

M, männlich; W, weiblich; [a] Fehlende Daten n = 8; [b] Fehlende Daten n = 25

Tabelle 10: Deskriptive und statistische Ergebnisse der Variable „Desinfektion nach jedem Patient/ jeder Patientin zum Geschlecht und zur Lage der Praxis“

Deskriptive und statistische Ergebnisse der Variable Tragen einer Schutzbrille

	Tragen einer Schutzbrille		
Variable	Ja	Nein	Statistik
Geschlecht[a]			
W	111 (8,75%)	334 (26,32%)	$\chi^2_{(1)} = 0{,}72$; $p = 0{,}40$
M	223 (17,57%)	593 (46,73%)	
Lage[b]			
Ländlich	70 (5,68%)	190 (15,42%)	$\chi^2_{(2)} = 0{,}56$; $p = 0{,}75$
Kreisstadt	72 (5,84%)	248 (20,13%)	
Großstadt	176 (14,39%)	476 (38,64%)	

M, männlich; W, weiblich; [a] Fehlende Daten n = 8; [b] Fehlende Daten n = 37

Tabelle 11: Deskriptive und statistische Ergebnisse der Variable „Tragen einer Schutzbrille zum Geschlecht und zur Lage der Praxis“

4. Diskussion

Die Untersuchung der Kontamination der Schutzbrillen und die Wirksamkeit der Desinfektion sowie die Umfrage zum Trage- und Desinfektionsverhalten in Rahmen dieser Studie beleuchtet viele unterschiedliche Aspekte. So geht es zunächst einmal um die Testung der Methode zum quantitativen Nachweis von Blut und Speichel auf den zahnärztlichen Schutzbrillen sowie die Wirksamkeit der anschließenden Desinfektion. Im nächsten Schritt sollten weitere Punkte wie die Quantifizierung der Kontamination mit Blut und Speichel bei verschiedenen zahnärztlichen Behandlungen verifiziert werden. Die Umfrage schließlich sollte Informationen über das Tragen der zahnärztlichen Schutzbrille, Verwendung von Lupenbrille und Mikroskop sowie die Reinigung und Desinfektion dieser in der niedergelassenen zahnärztlichen Praxis erheben.

4.1. Ergebnisse der Kontamination mit Blut

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass nach einer zahnmedizinischen Behandlung die Schutzbrillenoberfläche signifikant mit Blut und Speichel kontaminiert sein kann. Bei der Unterteilung nach verschiedenen zahnmedizinischen Behandlungen zeigt sich jedoch zunächst nur eine Tendenz zur Signifikanz, dass die professionelle Zahnreinigung die größte Menge an Kontamination erzeugt, gefolgt von der Parodontalbehandlung. Gerade bei diesen beiden Behandlungsarten wird routinemäßig ein Schallgerät zur Reinigung der Zahnoberflächen verwendet. In der Literatur zeigte sich, dass gerade bei Verwendung von Ultraschallgeräten und auch schnell rotierenden Instrumenten die größte Menge an Aerosol produziert wird (Barnes et al. 1998; Bennett et al. 2000; Rautemaa et al. 2006; Veena et al. 2015). Dieses Aerosol kann dann angereichert sein mit Blut, Speichel, Bakterien, Viren, dentaler Plaque und organischem Material des Zahnfleisches und der Zähne und war bis zu 30 Minuten nach Verwendung des Scalers in der Luft nachweisbar (Veena et al. 2015). Die Menge an Aerosol könnte also mit der Menge an Kontamination korrelieren. Die vorhandene Tendenz zur Signifikanz lässt sich eventuell mit der Stichprobengröße erklären. Interessant wäre daher, ob bei einer weiteren größer angelegten Studie in der Zukunft diese Signifikanz bestätigt werden könnte. Vergleicht man die nachgewiesene Kontamination der Schutzbrille mit Blut mit der Kontamination, die während einer chirurgischen Behandlung entstehen kann, zeigt sich, dass diese dort noch sehr viel höher ausfallen kann. Allein bei der chirurgischen Entfernung von impaktierten unteren dritten

Molaren war in einer anderen Studie in 86,68 % der Fälle (n= 26/30) eine Kontamination der Schutzbrille des behandelnden Chirurgen nachweisbar (Al-Eid et al. 2018). Bei der zahnmedizinischen Assistenz betrug diese 80 % und bei den Patienten selbst 93% (Al-Eid et al. 2018). Auch in der vorliegenden Untersuchung zeigte sich ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Kontamination der Brillenoberfläche des Behandelnden mit der der Assistenz. Die Schutzbrille des Behandelnden war deutlich stärker kontaminiert als die der Assistenz (Bergmann et al. 2022). Bei einer weiteren Untersuchung von Ishihama, Koizumi et al. war auch der Schutzschild der Augen einer der am stärksten kontaminierten Bereiche. In zwei Fällen der Studie war die Kontamination nicht mehr zählbar, weil sie sich über den gesamten Bereich des Schutzschildes erstreckte. In dieser Studie waren alle entfernten Zähne auf der rechten Seite und der Behandelnde war Rechtshänder (Ishihama et al. 2008). In der vorliegenden Studie konnte sowohl bei der Händigkeit des Brillentragenden als auch bei den unterschiedlichen Brillenseiten kein signifikanter Unterschied in der Kontamination festgestellt werden. Bei einer anderen Studie zeigte sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied der Kontamination zwischen der rechten und linken Seite des Gesichtes. Aber auch dort konnte die stärkste Kontamination im Bereich der Nase und der Augen festgestellt werden. Hinsichtlich der zahnmedizinischen Behandlungen zeigte sich auch in dieser Studie, dass im Vergleich von prothetischen Behandlungen mit Parodontalbehandlungen letzteres mehr Kontaminationen erzeugte (Nejatidanesh et al. 2013). Verlässt man das zahnmedizinische und zahnchirurgische Fach zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse bei der Kontamination von Schutzbrillen. Bei einer Studie aus dem Fachbereich der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie zeigte sich, dass in 28 % der Fälle eine Kontamination der Schutzbrille nachweisbar war. Die Stärke der Kontamination korrelierte dabei mit der Länge der Operation. Je länger die Operation dauerte, desto höher war die Blutkontamination. Außerdem zeigte sich ein signifikanter Unterschied, ob eine Operation unter Lokalanästhesie oder Allgemeinanästhesie durchgeführt wurde. Bei Operationen unter Lokalanästhesie wurde in 54 % der Operationen kein schnell rotierendes Instrument genutzt (Schnetler 1991). Bei der Kontamination von Schutzbrillen im allgemeinchirurgischen Bereich zeigen sich ganz unterschiedliche Ergebnisse. Bei einigen Operationen wie Amputationen oder Eingriffen an der Aorta gab es in 100 % der Fälle eine Kontamination mit Blut. Über alle Operationstypen hinweg errechnete man dort ein Risiko von 45 % von Blutspritzern auf der Schutzbrille (Davies et al. 2007). In einer weiteren Studie verglich man die Kontamination bei großen und kleineren Eingriffen vieler verschiedener medizinischer

Bereiche (Gynäkologie, Trauma, Orthopädie, Kardiochirurgie, Plastische Chirurgie, Allgemeinchirurgie). Von den 36 getragenen Schutzbrillen bei großen Eingriffen konnte bei 50 % eine Kontamination mit Blut nachgewiesen werden. Im Vergleich dazu waren es 31 % bei kleineren Eingriffen. Dort konnte keine Korrelation mit der Länge der Operation nachgewiesen werden (De Silva et al. 2009). Auch in der Orthopädie gab es bereits eine Studie zur Kontamination mit Blut. Dort wurde insgesamt eine Kontamination in 98 % der Fälle nachgewiesen (Mansour et al. 2009). Im medizinischen Feld der Gastrointestinalen-Chirurgie wurde bei 44 % der Schutzschilde für die Augen eine Kontamination mit Blut festgestellt. Makroskopisch sichtbar waren diese nur in 16 % der Fälle (Marasco and Woods 1998). Dies ist eine interessante Komponente der Studie, da auch in der vorliegenden Untersuchung die Brille makroskopisch sauber erscheinen konnte, jedoch signifikant mit Blut und Speichel kontaminiert war (Bergmann et al. 2022). Dies bedeutet konkret, dass selbst bei sehr genauer Betrachtung eine makroskopisch saubere Brille trotzdem infektiöses Material auf der Oberfläche tragen kann. Mikroorganismen können dann vornehmlich über Handkontakt auf andere Oberflächen, Patienten oder auch das Personal übertragen werden (Christina et al. 2008). Das höchste Risiko für eine Infektion für die Zahnärztin oder den Zahnarzt und das Praxispersonal besteht natürlich bei der versehentlichen Punktion mit einer kontaminierten Nadel oder Verletzung mit scharfen Gegenständen, aber auch eine Infektion über nicht-intakte Haut oder Schleimhaut ist möglich. So berichtet eine Studie eine bestätigte Cross-Kontamination, bei der eine Dentalhygienikerin mit akuter Herpes Simplex Infektion insgesamt 20 von 46 Patienten infiziert hat, weil diese routinemäßig keine Handschuhe getragen hat (Laheij et al. 2012). Auch ist die vorliegende Untersuchung für die Klinik von Interesse und die Erkenntnis, dass auch nach der Desinfektion eine Kontamination mit Blut nachweisbar war. In einer anderen Studie ist auch in 74,4 % der Fälle der Abstrich der Brillenoberfläche mit anschließender Kultivierung nach bereits erfolgter Desinfektion positiv ausgefallen (Lange 2014). In der vorliegenden Untersuchung wurde die Desinfektion der Schutzbrillen standardisiert durchgeführt. Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit eine standardisierte Desinfektion im praktischen Klinikalltag umgesetzt wird und werden kann.

4.2. Methode zum Nachweis der Blutkontamination

Der Nachweis der Kontamination mit Blut erfolgte mit einer forensisch bewährten Methode, der Luminol-Lösung. Bereits beschrieben wurde diese Methode 1965 (Weber 1966). Weitere Studien haben indes die Wirksamkeit bei der Detektion von Blutspuren bestätigt (Barni et al. 2007; Seashols et al. 2013). So konnten auf Linoleum feinste Blutspuren bis zu einer Verdünnung von 1:100.000 nachgewiesen werden (Seashols et al. 2013). Auch wurde diese Methode bereits zur Untersuchung von Blutkontaminationen in der Zahnmedizin eingesetzt. Dabei wurden in einer Studie der Behandlungsstuhl sowie die unmittelbare Umgebung von diesem untersucht. Die hohe Sensitivität zeigte selbst kleinste, dem Auge verborgene Blutspuren (Wahl et al. 1991). Auch bei einer weiteren Studie im zahnmedizinischen Bereich hat sich diese Methode als sehr verlässlich und praktikabel erwiesen. So konnten Blutspuren am Boden, dem Behandlungsstuhl und auch der persönlichen Schutzausrüstung nach der operativen Entfernung von impaktierten dritten Molaren nachgewiesen werden (Al-Eid et al. 2018). Bei der Prävention von Kross-Kontaminationen wurde in einer Zahnklinik ein kommerziell hergestellter Luminol-Test verwendet und auch dort wurde bestätigt, dass Luminol als Methode geeignet ist um Kross-Kontaminationen vorzubeugen, da unsichtbare Kontaminationen mit Blut so sichtbar gemacht werden können (Bortoluzzi et al. 2014). Auch in der vorliegenden Studie hat sich die Methode ebenfalls als sehr gut geeignet erwiesen, um feinste Blutkontaminationen nachzuweisen. Die standardisierte Dokumentation mit der installierten Kamera als auch die Auswertung mittels der Treshold-Bilder mit anschließender automatisierter Zählung der angefärbten Pixel ist sehr präzise und aussagekräftig. Durch die sehr gute Methodenwahl lässt sich erklären, dass auch mikroskopisch kleinste Blutspuren auffindbar waren. So konnte auf den makroskopisch sauberen Brillen eine signifikante Kontamination mit Blut festgestellt werden. Auch in einer weiteren Studie konnte eine mit dem Auge nicht sichtbare Kontamination in 16 % der Fälle mittels eines Reagenzstrips zur Detektion von Blutspuren nachgewiesen werden (Marasco and Woods 1998), was unsere Methode und auch das Ergebnis stützt. In einer ähnlich durchgeführten Studie wurde zunächst eine Blutkontamination makroskopisch gezählt und im Anschluss mit einer Leucomalachite-Lösung behandelt. Diese wird ebenfalls zur Detektion von unsichtbaren Blutspuren eingesetzt. Auch in diesem Fall konnte eine unsichtbare Kontamination mit Blut festgestellt werden (Ishihama et al. 2008). Bei den bisher durchgeführten Studien zur Kontamination von Schutzbrillen, auch aus

anderen Fachbereichen, wurde meist eine makroskopische Zählung, in einigen Fällen mit Hilfe einer Lupe, durchgeführt (Davies et al. 2007; Mansour et al. 2009; Nejatidanesh et al. 2013; Schnetler 1991). Nur in den oben bereits aufgeführten Fällen erfolgte nach einer makroskopischen Zählung noch eine weitere Untersuchung auf unsichtbare Kontamination (Ishihama et al. 2008; Marasco and Woods 1998). Allein bei einer einzigen Studie zur Ermittlung der Kontamination von Schutzbrillen erfolgte ein Abstrich vor und nach der Desinfektion mit anschließender Kultivierung (Lange 2014). Abschließend lässt sich feststellen, dass die Luminol-Lösung eine sehr gute Methode ist um Blutkontaminationen nachzuweisen (Bergmann et al. 2022). Sie ist sehr präzise, hoch-sensitiv und in der Herstellung preisgünstig und einfach. Die wenigen Fälle, in denen bereits eine minimale Kontamination vor der Behandlung nachweisbar war, lassen sich eventuell mit der hohen Sensitivität der Luminol-Lösung erklären. Durch eventuelle leichte Verschmierungen auf der Untersuchungsoberfläche wurden so minimalste Spuren von Blutpartikeln auf die Brillenoberfläche übertragen.

4.3. Ergebnisse der Kontamination mit Speichel

Bei der Untersuchung zeigt sich ein signifikanter Unterschied der Speichelkontamination zwischen den Messzeitpunkten. Da auch Speichel ein Bestandteil von Aerosol ist, verhält sich die Kontamination ähnlich wie bei Blut und Blutbestandteilen. So wurde in einer Studie das Vorkommen von oralem Streptokokkus in der Luft zum Nachweis von Speichel in Aerosol gemessen, da dies ein relevanter Indikator für eine Speichelkontamination ist. Auch dort wurden deutlich höhere Mengen an Mikroorganismen in der Luft gemessen, wenn ein mechanisches Scaling durchgeführt wurde (Bennett et al. 2000).

4.4. Methode zum Nachweis der Speichelkontamination

Zum Nachweis von Speichel auf den Schutzbrillen wurde ein spezielles Test-Papier verwendet, der Phadebas ® Forensic Press Test. Dieser zeigte in früheren Studien eine sehr gute Sensitivität für Speichel, zudem zeigte das Papier in einer Studie keine Interferenzen mit Blut. Ein Blut-Speichel-Gemisch führte in den durchgeführten Untersuchungen immer zu einem Farbumschlag (Wornes et al. 2018). Da sich in Vorversuchen zeigte, dass der gleichzeitige Luminol-Blut-Nachweis sowie die Verwendung des Phadebas ® Forensic Press Test nicht auf der ganzen Schutzbrillenoberfläche verwenden lässt, wurde vorab eine Permutationsreihenfolge festgelegt, so dass der Speichelnachweis jeweils immer nur einer Seite der Brille durchgeführt wurde. Durch das Befeuchten und Anpressen des Papiers auf der Brillenoberfläche könnten Blutkontaminationen in der Oberfläche vergrößert werden, was zu Folge gehabt hätte, dass dies die Ergebnisse der Blutkontamination verfälscht. Auf der jeweils anderen Brillenseite erfolgte dann der Nachweis von Blutspuren. Auch wenn in einigen Studien der Phadebas ® Forensic Press Test sehr gute Ergebnisse gezeigt hat (Hedman et al. 2008; Olsén et al. 2011), so ging es bei den genannten Studien lediglich um die Detektion von Speichel für weitere diagnostische Verfahren, wie zum Beispiel der DNS-Analyse, und nicht um eine quantitative Auswertung. Nach Durchführung der Untersuchungen mit dem Phadebas ® Forensic Press Test lässt sich festhalten, dass die Methode zur rein quantitativen Auswertung der Kontamination weniger gut geeignet ist (Bergmann et al. 2022). Zudem ist die manuelle Auswertung über den ROI- (Region of Interest) Manager fehleranfälliger, da die relevanten Bereiche nur nach Augenmaß per Hand markiert werden können. Die Auswertung der Speichelkontamination ist daher sehr abhängig von der Bewertung des Anwendenden. Auch die geringe Varianz der Pixelwerte erschwerte eine Berechnung. So konnten statt der aussagekräftigeren Medianwerte nur mittlere Ränge genutzt werden um die Vergleiche zu berechnen. Zu überlegen wäre daher, ob bei einer weiteren Studie im Bereich der Schutzbrillenkontamination mit Speichel ein Abstrich und eine anschließende mikrobiologische Aufbereitung sinnvoller sind.

4.5. Umfrage zum Trage- und Desinfektionsverhalten

Bei der durchgeführten Umfrage zum Trage- und Desinfektionsverhalten unter der niedergelassenen Kollegenschaft der Zahnärztekammer Nordrhein wurde zunächst der Fragebogen entwickelt. Bei der Umfrage wurde darauf geachtet, einfache und prägnante Fragen zu stellen. Zudem wurde die Umfrage in der Hausdruckerei des Uniklinikums Düsseldorf so gedruckt, dass alle Fragen auf einer DIN A4 Seite Platz finden, um damit die Bereitschaft zum Ausfüllen zu erhöhen (im Anhang lässt sich der Fragebogen aufgrund der formalen Vorgaben nur auf drei Seiten darstellen). Auch wurden dem Umfragebogen ein Anschreiben und ein bereits frankierter Rückumschlag beigelegt, um eine möglichst hohe Antwortquote zu generieren. In mehreren Studien konnte nachgewiesen werden, dass die Antwortrate bei kürzeren Umfragen höher ist (Edwards et al. 2007; Rolstad et al. 2011). In dem erstellten Fragenbogen wurden unterschiedliche Themenbereiche, wie Alter, Lage der Praxis, Art des getragenen Augenschutzes, Desinfektionszeitpunkt und Verwendung eines Mikroskops abgefragt, so dass dementsprechend viele Aspekte ausgewertet werden können. Mit einer Rücklaufquote von 33,7 % ist zudem eine gut aussagekräftige Auswertung möglich. Bei einer früheren Untersuchung zur Rücklaufquote unter Zahnärzten und Zahnärztinnen lag die Antwortquote bei postalischen Umfragen mit 26 % vor den Email/Webbasierten Umfragen (11%) und denen, die die Wahl zwischen beiden hatten (25%) (Hardigan et al. 2012). Bezogen auf die Geschlechterverteilung lässt sich sagen, dass mit 445 Frauen (35,1%) und 817 Männern (64,4%) deutlich mehr männliche Kollegen an der Umfrage teilgenommen haben. Bei der Geschlechterverteilung gibt es bei den aktuellsten Zahlen (2018) der Zahnärztekammer Nordrhein eine Annäherung der weiblichen (43,80%) und männlichen Kollegenschaft (52,23%), wenn man jedoch das Durchschnittsalter von 51,3 Jahren in diese Überlegung mit einfließen lässt, so kann man davon ausgehen, dass in diesem Altersbereich noch deutlich mehr männliche Zahnärzte vertreten sind (Bundesvereinigung 2020). Insofern lässt sich das Ergebnis der Umfrage durchaus als repräsentativ einstufen.

Erfreulich ist der Punkt, dass laut Angabe immerhin 83,8 % der Zahnärzte und Zahnärztinnen immer eine Form von Augenschutz tragen. 0,5% tragen nie einen Augenschutz. 12,1 % geben an einen Augenschutz bei Infektpatienten zu tragen. Verglichen mit anderen Studien, die das Trageverhalten erfragen, lässt sich zunächst einmal festhalten, dass in der vorliegenden Studie eine deutlich höhere Fallzahl generiert

werden konnte. Vergleicht man das Trageverhalten untereinander, so ist auffällig, dass insbesondere in Deutschland die Zahl derer, die angeben nie einen Augenschutz zu tragen, mit 0,5 % sehr gering ist. Dies war schon in einer anderen kleineren Studie in Deutschland zumindest bei den männlichen Kollegen ähnlich (Mutters et al. 2014). Bezieht man noch weitere Länder in den Vergleich ein, so lässt sich aus den Studien aus Großbritannien, Saudi-Arabien und Brasilien ableiten, dass im Durchschnitt 50-80 % der Zahnärzte immer einen Augenschutz tragen (Al Wazzan et al. 2001; Chadwick et al. 2007; De Souza et al. 2006; Farrier et al. 2006). Einzig in Thailand scheint zumindest die Rate der Zahnärztinnen und Zahnärzte, die angeben nur gelegentlich einen Augenschutz zu tragen mit 61,8% hoch zu sein. 35,3% geben dort an immer einen Augenschutz zu tragen (Leggat et al. 2001). In der Studie aus Großbritannien wurde auch die Tragerate bei einem Teil der Praxismitarbeitenden abgefragt. Dort gaben 48 % der Prophylaxe-Mitarbeitenden an regelmäßig einen Augenschutz zu tragen, 31 % tun dies manchmal (Farrier et al. 2006). Da prinzipiell jede Patientin und jeder Patient als infektiös anzusehen ist, empfiehlt es sich daher in der Folge ständig oder bei jeder zahnärztlichen Behandlung einen Augenschutz zu tragen. Das Aerosol entsteht bei jeder Verwendung von Ultraschall und schnell rotierenden Instrumenten und kann wie eingangs erwähnt die Haut und Membranen des Mundes, des Respirationstraktes und die Augen kontaminieren (Dintakurti and Sudheep 2010). Zudem schützt die Brille natürlich nicht nur vor infektiösen Bestandteilen, sondern auch vor mechanischen Kleinstteilen, die zum Beispiel beim Entfernen defekter Füllungsmaterialien oder defekter Kronen entstehen können. So gibt es bereits eine Untersuchung bei der 62,6% der Zahnärzte und Zahnärztinnen angaben, mindestens einmal bei der Arbeit einen Fremdkörper ins Auge bekommen zu haben und 42 % an einer Form von Konjunktivitis gelitten zu haben (Al Wazzan et al. 2001). Bei einer weiteren Studie hatten 48 % der befragten zahnärztlichen Kolleginnen und Kollegen (n= 138) schon einmal eine Augenverletzung. 75 % dieser Vorfälle resultierten daraus, dass kein Augenschutz getragen wurde, während 25 % auf nicht-adäquaten Augenschutz zurückzuführen waren. Die Mehrheit dieser Vorfälle wurde durch Amalgam verursacht (52%), aber auch Spritzer ins Auge (16%), Acrylanteile (17%), Polierpaste und Keramikteile (4%) können Auslöser dafür sein (Farrier et al. 2006).

Bei der Desinfektion des Augenschutzes zeigt sich, dass 20,7 % der Zahnärzte und Zahnärztinnen ihren Augenschutz nach jedem Patienten oder jeder Patientin reinigen. Die Angabe, dass 67,4 % dies bei sichtbarer Verschmutzung tun ist insofern nachvollziehbar,

da erst zu diesem Zeitpunkt eine sichtbare Kontamination festgestellt wird. In Anbetracht der Tatsache, dass in unserer Untersuchung jedoch festgestellt wurde, dass die Schutzbrille kontaminiert war, obwohl die Brille makroskopisch sauber erschien, lässt dies in einem anderen Licht erscheinen. Die Brille kann also sauber wirken, jedoch trotzdem schon potentiell infektiöses Material auf der Oberfläche tragen. Bei der Ausstattung der Mitarbeitenden in der Praxis mit einem Augenschutz sind durchaus viele unterschiedliche Arten vertreten. So werden durchaus normale Brillen (44,8%), Schutzbrillen (86,3%), als auch Lupenbrillen (8,5%) und Visiere (15,1%) verwendet. Immer noch 4,7% der Praxismitarbeitenden tragen jedoch keinerlei Form von Augenschutz, was für die Gesundheit als sehr problematisch anzusehen ist. Die Empfehlungen zur persönlichen Schutzausrüstung sehen ganz eindeutig eine Schutzbrille vor (Robert-Koch-Institut 2006). Bei der Verwendung eines Mikroskops in der Zahnarztpraxis zeigt sich, dass dies bei der niedergelassenen Kollegenschaft in 8,8% der Fälle genutzt wird. Das Mikroskop wird in 67,9 % der Fälle nach jedem Patienten oder jeder Patientin desinfiziert. Auch hier differieren die weiteren Angaben. So wird in 20,5 % der Fälle das Mikroskop erst bei sichtbarer Verschmutzung gereinigt, 14,3 % tun dies nach Infektpatienten und sowohl die halbtägige Reinigung in 5,4% der Fälle als auch die Reinigung am Ende des Arbeitstages (12,5%) finden Gebrauch in der Praxis. Bei der Berechnung von Chi-Quadrat Tests mit den Variablen Geschlecht, Lage der Praxis, Nutzung von Desinfektionsmittel, ob dieses nach jedem Patienten und jeder Patientin genutzt wird und das generelle Tragen einer Schutzbrille zeigten sich keine signifikanten Ergebnisse. Auch in den berechneten *t*-Tests mit der Variable Alter zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Es gibt also keine Assoziation zwischen dem Alter, Geschlecht oder der Lage der Praxis und häufigeren Antworten auf die Nutzung von Desinfektionsmittel oder die Nutzung von diesem sowie auf das generelle Tragen einer Schutzbrille.

4.6. Schlussfolgerungen

Aus der vorliegenden Studie ergeben sich für die klinische Tätigkeit zur Arbeit an Patienten mehrere Schlussfolgerungen. Das Tragen einer Schutzbrille ist bereits in den Empfehlungen zur persönlichen Schutzausrüstung enthalten, jedoch ist diese laut der Empfehlung lediglich bei Kontamination mit einem desinfektionsmittelgetränktem Tuch abzuwischen (Robert-Koch-Institut 2006). Zur Diskussion steht daher, ob eine genauere Empfehlung in dieser Hinsicht nicht sinnvoller wäre. Die vorliegenden Daten zeigen, dass Schutzbrillen durchaus kontaminiert sein können, auch wenn diese makroskopisch sauber erscheinen. Insbesondere die visuelle Darstellung der Blutkontamination ist in dieser Hinsicht sehr eindrucksvoll. Da bei jeder zahnmedizinischen Behandlung Aerosol entstehen kann, insbesondere bei Verwendung von Schall- und Ultraschallgeräten sowie schnell-rotierenden Instrumenten, steigt natürlich auch die Kontamination mit Blut, Speichel und infektiösen Partikeln auf der Schutzbrille (Rautemaa et al. 2006; Veena et al. 2015). Das zahnärztlich-tätige Personal und ihre Mitarbeitenden, die eine Form von Augenschutz tragen, und diese im Anschluss einer Behandlung für makroskopisch sauber halten, könnten dazu verleitet werden, diesen nicht zu desinfizieren. Eine Folge davon könnte eine Kontamination des Personals sein, als auch der nachfolgenden Patienten, da auch eine Kross-Kontamination möglich ist. Die Überlebensdauer einiger pathogener als auch nicht- pathogener Keime auf trockenen Oberflächen kann nicht unerheblich sein. So können zum Beispiel Escherichia coli 1,5 Stunden bis 16 Monate, Influenza Viren 1-2 Tage und Staphylococcus aureus, inklusive MRSA 7 Tage bis 7 Monate auf diesen überleben (Kramer et al. 2006). Auch wenn in Deutschland die Tragerate eines Augenschutzes relativ hoch ist, sollten die Angaben dazu insbesondere für das angestellte Personal konkretisiert werden. In der Mundhöhle kann eine Vielzahl von pathogenen Bakterien und Viren vorkommen, die durch Speichel und Blut bzw. das bei zahnmedizinischen Behandlungen entstehende Aerosol auf Oberflächen übertragen werden können. Bei den Bakterien zu nennen wären zum Beispiel Hämophilus Influenzae, das auch bei gesunden Patienten vorkommt und eine akute Bronchitis auslösen kann, sowie Meningitis bei Kindern. Auch Neisseria gonorrhoeae (Gonorrhea) und Treponema pallidum (Syphillis) können akute und chronische orale Infektionen verursachen. Mycobacterium Tuberculosis kann meist im Speichel von erkrankten Patienten nachgewiesen werden und wurde sogar schon auf Alginat-Abdrücken bestätigt. Besonders interessant wird es bei den verschiedenen Viren. Herpesviren sind die am meisten

vorkommenden Viren in menschlichem Speichel. Zu diesen zählt nicht nur der Herpes-Simplex Virus Typ 1 und 2, sondern auch das Epstein-Barr-Virus. Auch Masern, Röteln und Ebola finden sich bei akuter Krankheit in einer hohen Anzahl in Speichel und werden durch Tröpfcheninfektion übertragen (Slots and Slots 2011). Auch wenn natürlich sehr viele Pathogene in der Mundhöhle präsent sein können, so können Herpes Viren, inklusive Epstein-Barr Viren und das Tollwut-Virus orale Infektionen auslösen und auch oral übertragen werden (Corstjens et al. 2016). Bei den anderen medizinisch sehr relevanten Viren, wie Hepatitis Viren und HIV, gibt es ein potentielles Risiko der Übertragung durch das Aerosol (Perdelli et al. 2008). Besonders aktuell wird der Schutz der Augen in der Zahnarztpraxis durch die Pandemie des 2019-nCoV. Zu den möglichen Übertragungsrouten gehört dort der Kontakt von infektiösem Material mit oralen und nasalen Schleimhäuten als auch der Augenschleimhaut. Zudem kann 2019-nCoV direkt oder indirekt durch Speichel übertragen werden (Peng et al. 2020). Doch auch die Kontamination von umliegenden Oberflächen bzw. die Desinfektion dieser und die Desinfektion der Schutzbrillen sollten einen hohen Stellenwert in der Praxis einnehmen. Bereits das SARS-CoV und MERS-CoV hatten eine ungewöhnlich hohe Kapazität auf trockenen Oberflächen zu überleben. So konnte das SARS-CoV nach 5 Tagen noch nachgewiesen werden (Otter et al. 2016). Da die Desinfektion von Oberflächen und Schutzbrillen also einen wichtigen Stellenwert bei der Prävention von Infektionen einnimmt, sollten die Hersteller von Mikroskopen und Lupenbrillen eindeutigere und anwenderfreundlichere Hinweise zur Desinfektion geben. Gerade bei Lupenbrillen und Mikroskopen gibt es viele kleine Nischen, Klebefugen und schwer zugängliche Bereiche, die trotz allem ausreichend desinfiziert werden müssen. In unserer Untersuchung wurden nur gerade und sehr glatte Visiere genutzt, die nach den verschiedenen Behandlungen mit feinsten Blutpartikeln kontaminiert waren. Auch diese waren nach einer standardisiert durchgeführten Desinfektion nicht durchgehend frei von Blutkontaminationen (Bergmann et al. 2022). Gestützt wird diese Untersuchung auch von der Studie, in der auch nach der Desinfektion noch Bakterien aus einem Abstrich kultiviert werden konnten (Lange 2014).

5. Literatur- und Quellenverzeichnis

Abichandani S, Nadiger R. 2016. Cross-contamination in dentistry: A comprehensive overview. Chron Young Sci. 4(1):51-58.

Al-Eid RA, Ramalingam S, Sundar C, Aldawsari M, Nooh N. 2018. Detection of visually imperceptible blood contamination in the oral surgical clinic using forensic luminol blood detection agent. J Int SOC Prev Community Dent. 8(4):327-332 doi:10.4103/jispcd.JISPCD_10_18.

Al Wazzan K, Almas K, Al Qahtani M, Al Shethri S, Khan N. 2001. Prevalence of ocular injuries, conjunctivitis and use of eye protection among dental personnel in riyadh, saudi arabia. Int Dent J. 51(2):89-94.

Barnes JB, Harrel SK, Rivera-Hidalgo F. 1998. Blood contamination of the aerosols produced by in vivo use of ultrasonic scalers. J Periodont. 69(4):434-438 doi:10.1902/jop.1998.69.4.434.

Barni F, Lewis SW, Berti A, Miskelly GM, Lago G. 2007. Forensic application of the luminol reaction as a presumptive test for latent blood detection. Talanta. 72(3):896-913 doi:10.1016/j.talanta.2006.12.045.

Bennett A, Fulford M, Walker J, Bradshaw D, Martin M, Marsh P. 2000. Microbial aerosols in general dental practice. Br Dent J. 189(12):664-667 doi:10.1038/sj.bdj.4800859a.

Bergmann N, Lindörfer I, Ommerborn MA. 2022. Blood and saliva contamination on protective eyewear during dental treatment. Clin Oral Investig. 26(5):4147-4159 doi:10.1007/s00784-022-04385-1.

Bortoluzzi MC, Cadore P, Gallon A, Imanishi SA. 2014. Forensic luminol blood test for preventing cross-contamination in dentistry: An evaluation of a dental school clinic. Int J Prev Med. 5(10):1343-1346.

Bundeszahnärztekammer und Kassenzahnärztliche Vereinigung. 2020. Entwicklung der Zahnarztzahlen. Daten und Fakten - Statistisches Jahrbuch 2018|2019

Chadwick RG, Alatsaris M, Ranka M. 2007. Eye care habits of dentists registered in the united kingdom. Br Dent J. 203(4):E7 doi:10.1038/bdj.2007.580.

Christina AJ, Spagnolo AM, Sartini M, Dallera M, Ottria G, Lombardi R, Perdelli F. 2008. Evaluation of the risk of infection through exposure to aerosols and splatters in dentistry. Am J Infect Control. 36(4):304-307 doi:10.1016/j.ajic.2007.07.019.

Corstjens PL, Abrams WR, Malamud D. 2016. Saliva and viral infections. Periodontol 2000. 70(1):93-110 doi:10.1111/prd.12112.

Dahiya P, Kamal R, Sharma V, Kaur S. 2015. “Hepatitis”–prevention and management in dental practice. J Educ Health Promot. 4(33):1-6 doi: 10.4103/2277-9531.157188

Davies CG, Khan MN, Ghauri AS, Ranaboldo CJ. 2007. Blood and body fluid splashes during surgery-the need for eye protection and masks. Ann R Coll Surg Engl. 89(8):770-772 doi:10.1308/003588407X209301.

De Silva R, Mall A, Panieri E, Stupart D, Kahn D. 2009. Risk of blood splashes to the eye during surgery. S Afr J Surg. 47(1):7-9.

De Souza RA, Namen FM, Galan J, Jr., Vieira C, Sedano HO. 2006. Infection control measures among senior dental students in rio de janeiro state, brazil. J Public Health Dent. 66(4):282-284 doi:10.1111/j.1752-7325.2006.tb04084.x.

Dintakurti SK, Sudheep N. 2010. Aerosols: A concern for dentist. IJDA. 2(1):100-102.

Edwards P, Roberts I, Clarke M, DiGuiseppi C, Pratap S, Wentz R, Kwan I, Cooper R. 2007. Methods to increase response rates to postal questionnaires. Cochrane Database Syst Rev. (2):MR000008 doi:10.1002/146518585.MR000008.pub3.

Ekmekcioglu H, Unur M. 2017. Eye-related trauma and infection in dentistry. J Istanb Univ Fac Dent. 51(3):55-63 doi:10.17096/jiufd.60117.

Farrier SL, Farrier JN, Gilmour AS. 2006. Eye safety in operative dentistry - a study in general dental practice. Br Dent J. 200(4):218-223; discussion 208 doi:10.1038/sj.bdj.4813257.

Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. 2007. G*power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behav Res Methods. 39(2):175-191 doi:10.3758/bf03193146.

Guida M, GallÃ F, Di Onofrio V, Nastro RA, Battista M, Liguori G, Battista F. 2012. Environmental microbial contamination in dental setting: A local experience. J Prev Med Hyg. 53(4):207-212.

Hardigan PC, Succar CT, Fleisher JM. 2012. An analysis of response rate and economic costs between mail and web-based surveys among practicing dentists: A randomized trial. J Community Health. 37(2):383-394 doi:10.1007/s10900-011-9455-6.

Hedman J, Gustavsson K, Ansell R. 2008. Using the new phadebas® forensic press test to find crime scene saliva stains suitable for DNA analysis. Forensic Sci Int Genet. 1(1):430-432 doi:10.1016/j.fsigss.2007.10.205.

Ishihama K, Iida S, Koizumi H, Wada T, Adachi T, Isomura-Tanaka E, Yamanishi T, Enomoto A, Kogo M. 2008. High incidence of blood exposure due to imperceptible contaminated splatters during oral surgery. J Oral Maxillofac Surg. 66(4):704-710 doi:10.1016/j.joms.2007.06.663.

Kramer A, Schwebke I, Kampf G. 2006. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. BMC Infect Dis. 6:130 doi:10.1186/1471-2334-6-130.

Laheij AM, Kistler JO, Belibasakis GN, Valimaa H, de Soet JJ, 2012. Healthcare-associated viral and bacterial infections in dentistry. J Oral Microbiol. 4:17659 doi:10.3402/jom.v4i0.17659.

Lange VR. 2014. Eyewear contamination levels in the operating room: Infection risk. Am J Infect Control. 42(4):446-447 doi:10.1016/j.ajic.2013.10.015.

Leggat PA, Chowanadisai S, Kukiattrakoon B, Yapong B, Kedjarune U. 2001. Occupational hygiene practices of dentists in southern thailand. Int Dent J. 51(1):11-16 doi:10.1002/j.1875-595x.2001.tb00811.x.

Mansour AA, Even JL, Phillips S, Halpern JL. 2009. Eye protection in orthopaedic surgery. An in vitro study of various forms of eye protection and their effectiveness. J Bone Joint Surg Am. 91(5):1050-1054 doi:10.2106/JBJS.H.00460.

Marasco S, Woods S. 1998. The risk of eye splash injuries in surgery. Aust N Z J Surg. 68(11):785-787 doi:10.1111/j.1445-2197.1998.tb04677.x.

Meraner M, Nase JB. 2008. Magnification in dental practice and education: Experience and attitudes of a dental school faculty. J Dent Educ. 72(6):698-706.

Mutters NT, Hagele U, Hagenfeld D, Hellwig E, Frank U. 2014. Compliance with infection control practices in an university hospital dental clinic. GMS Hyg Infect Control. 9(3):1-5 doi:10.3205/dgkh000238.

Nejatidanesh F, Khosravi Z, Goroohi H, Badrian H, Savabi O. 2013. Risk of contamination of different areas of dentist's face during dental practices. Int J Prev Med. 4(5):611-615.

Olsén E-L, Edenberger E, Mattsson M, Ansell R. 2011. Phadebas® forensic press test and the presence of amylases in body fluids naturally deposited on textile. Forensic Sci Int Genet. 3(1):e155-e156 doi:10.1016/j.fsigss.2011.08.078.

Otter JA, Donskey C, Yezli S, Douthwaite S, Goldenberg SD, Weber DJ. 2016. Transmission of sars and mers coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: The possible role of dry surface contamination. J Hosp Infect. 92(3):235-250 doi:10.1016/j.jhin.2015.08.027.

Parkar S, Dave S, Darjee N, Solanki C. 2013. Quantitative analysis of bacterial aerosols in two dental departments. Am J Adv Med Sci. 1(2):22-28.

Peng X, Xu X, Li Y, Cheng L, Zhou X, Ren B. 2020. Transmission routes of 2019-ncov and controls in dental practice. Int J Oral Sci. 12(1):9 doi:10.1038/s41368-020-0075-9.

Perdelli F, Spagnolo AM, Cristina ML, Sartini M, Malcontenti R, Dallera M, Ottria G, Lombardi R, Orlando P. 2008. Evaluation of contamination by blood aerosols produced during various healthcare procedures. J Hosp Infect. 70(2):174-179 doi:10.1016/j.jhin.2008.06.012.

Rautemaa R, Nordberg A, Wuolijoki-Saaristo K, Meurman JH. 2006. Bacterial aerosols in dental practice - a potential hospital infection problem? J Hosp Infect. 64(1):76-81 doi:10.1016/j.jhin.2006.04.011.

Robert-Koch-Institut. 2006. Infektionsprävention in der Zahnheilkunde - Anforderungen an die Hygiene. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz. 49:375–394 doi:10.1007/s00103-005-1219-y.

Robert-Koch-Institut. 2020. Epidemiologisches Bulletin. 1:2-15.

Rolstad S, Adler J, Ryden A. 2011. Response burden and questionnaire length: Is shorter better? A review and meta-analysis. Value Health. 14(8):1101-1108 doi:10.1016/j.jval.2011.06.003.

Schnetler JF. 1991. Blood splashes to the eyes in oral and maxillofacial surgery, and the risks of hiv transmission. Br J Oral Maxillofac Surg. 29(5):338-340 doi:10.1016/0266-4356(91)90123-m.

Seashols SJ, Cross HD, Shrader DL, Rief A. 2013. A comparison of chemical enhancements for the detection of latent blood. J Forensic Sci. 58(1):130-133 doi:10.1111/j.1556-4029.2012.02259.x.

Slots J, Slots H. 2011. Bacterial and viral pathogens in saliva: Disease relationship and infectious risk. Periodontol 2000. 55(1):48-69 doi:10.1111/j.1600-0757.2010.00361.x.

Swaminathan Y, Thomas JT. 2013. "Aerosol"- a prospective contaminant of dental environment. J Med Dent Sci. 11(2):45-50.

Veena HR, Mahantesha S, Joseph PA, Patil SR, Patil SH. 2015. Dissemination of aerosol and splatter during ultrasonic scaling: A pilot study. J Infect Public Health. 8(3):260-265 doi:10.1016/j.jiph.2014.11.004.

Wahl G, Hehner K, Schulze-Röbbecke R. 1991. Chemolumineszenz Blutiger Kontaminationen. Schweiz Monatsschr Zahnmed. 101(10):1313-1317.

Weber K. 1966. [the use of chemiluminescence of luminol in forensic medicine and toxicology. I. Identification of blood stains]. Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med. 57(3):410-423.

Wornes DJ, Speers SJ, Murakami JA. 2018. The evaluation and validation of phadebas® paper as a presumptive screening tool for saliva on forensic exhibits. Forensic Sci Int. 288:81-88 doi:10.1016/j.forsciint.2018.03.049.

6. ANHANG

Behandlungsprotokoll Augenschutz

Bitte am Ende der Behandlung ausfüllen,

in den Umschlag legen und abgeben. Vielen Dank!

Bitte die Brille nicht desinfizieren!!!

Probennummer:	Permutation:
/T0 (nach Wischdesinfektion **vor** der Behandlung)	
/T1 (unmittelbar nach der Behandlung)	
/T2 (**nach** Desinfektion **nach** der Behandlung)	

Einwilligungserklärung : Träger ☐

1. ☐ Behandler/in ☐ Assistenz
2. ☐ weiblich ☐ männlich
3. ☐ Student/in ☐ Zahnarzt ☐ ZFA
4. Anzahl der Patienten in dieser Sitzung: _____
5. ☐ Rechtshänder ☐ Linkshänder
6. Bitte geben Sie an, welche Behandlungen Sie heute wie oft durchgeführt haben:

   ☐ Professionelle Zahnreinigung , Prophylaxe Anzahl: _____

   ☐ Parodontalbehandlung /chirurgische Behandlung Anzahl: _____

   ☐ endodontische Behandlung (Trep, med, WK, WF) Anzahl: _____

   ☐ Füllung/ konservierende Behandlung (Präparation): _____

Nur von Frau Lindörfer auszufüllen

Visuelle Kontrolle: Kontamination ersichtlich ☐ Kontamination nicht ersichtlich ☐

Probennummer: Permutation:

/T0 (nach Wischdesinfektion **vor** der Behandlung)

/T1 (unmittelbar nach der Behandlung)

/T2 (**nach** Desinfektion **nach** der Behandlung)

Teilnehmerinformation

zur Teilnahme an einer Untersuchung mit dem Titel

Evaluation der Kontamination und Effizienz der Desinfektion von Schutzbrillen in der Zahnmedizin

Liebe Studierende/ Mitarbeiter der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie,

vielen Dank für Ihr Interesse an der oben genannten Studie. Wie Sie wissen, ist das Tragen einer Schutzbrille Pflicht für den Behandler und die Assistenz während der Behandlung eines Patienten und sehr oft wird diese erst bei starker, sichtbarer Verschmutzung gereinigt.

Ziel der Untersuchung ist es auch die nicht sichtbare Kontamination darzustellen, um ein engmaschigeres Hygienekonzept auszuarbeiten und somit das Infektionsrisiko für den Behandler und auch die Patienten zu minimieren.

Dazu untersuchen wir die von uns bereitgestellten Schutzbrillen vor, direkt nach der Behandlung und nach der Desinfektion auf Blut- und Speichelpartikel. Die Ergebnisse werden fotografisch festgehalten und anschließend anonymisiert ausgewertet.

Wir bitten Sie nach der Behandlung den entsprechenden Teil des Behandlungsprotokolls „ Augenschutz“ auszufüllen und in die bereitgelegten Umschläge zu legen.

Die zu untersuchenden Schutzbrillen und Umschläge werden nach der Behandlung durch einen Mitarbeiter der Poliklinik abgeholt und dem Untersucher übergeben. Dadurch kann eine Schutzbrille bzw. das Untersuchungsergebnis keiner Person zugeordnet werden.

Die erhobenen Daten werden streng nach datenschutzrechtlichen Bestimmungen behandelt. Ein Widerruf der Einwilligungserklärung ist daher nur bis zur Abholung der Schutzbrille möglich.

Alle Versuchsteilnehmer werden über Sinn, Ziel und Methoden der Untersuchung gründlich aufgeklärt und erteilen gegebenenfalls ihr schriftliches Einverständnis zur Versuchsteilnahme. Sie erhalten darüber hinaus bei Interesse eine Rückmeldung der Untersuchungsergebnisse.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme

UKD Universitätsklinikum Düsseldorf

Universitätsklinikum Düsseldorf AöR • Moorenstraße 5 • 40225 Düsseldorf

Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie

Direktor:
Univ.-Prof. Dr. W. H.-M. Raab
Telefon: 0211 81-18144
Fax: 0211 81-19244
raab@med.uni-duesseldorf.de

Stellv. Direktor:
OÄ Prof. Dr. M. Ommerborn

Geschäftsführender Oberarzt:
OA PD Dr. D. Sonntag

Koordination
Anna Czerniawska, M.A.
Tel.: 0211 81-18144
Fax: 0211 81-19244
Anna.Czerniawska@med.uni-duesseldorf.de

Privatambulanz
Claudia Bernards
Telefon: 0211 81-16859
Fax: 0211 81-16078
bernards@med.uni-duesseldorf.de

Leiter der Sektion Parodontologie:
Univ.-Prof. Dr. Dr. T. Beikler
Telefon: 0211 81-19880
beikler@med.uni-duesseldorf.de

Sekretariat
Sonja Theisen
Telefon: 0211 81-17882
Fax: 0211 81-19244
sonja.theisen@med.uni-duesseldorf.de

Oberärzte:
OÄ Dr. A. Klocke
Telefon: 0211 81-04490
Astrid.Klocke@med.uni-duesseldorf.de

OÄ Prof. Dr. M. Ommerborn
Telefon: 0211 81-18263
Michelle.Ommerborn@med.uni-duesseldorf.de

OÄ Dr. P. Singh-Hüsgen
M Dent Sci Paediatric dentistry
Telefon: 0211 81-19203
Singh@med.uni-duesseldorf.de

OA PD Dr. D. Sonntag
Telefon: 0211 81-08639
David.Sonntag@med.uni-duesseldorf.de

Webseite des Universitätsklinikums
www.uniklinik-duesseldorf.de

Ansprechpartner:	Durchwahl:	E-Mail:	Datum:
N. Bergmann	0211 81-04229	Nora.bergmann@med.uni-duesseldorf.de	01.12.2022

Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer,

im Anschluss an die Teilnehmerinformation möchten wir Sie bitten, die nachfolgende Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie ***Evaluation der Kontamination und Effizienz der Desinfektion von Schutzbrillen*** zu unterzeichnen.

Einwilligungserklärung

Nach ausführlicher schriftlicher und mündlicher Aufklärung über das Ziel der Untersuchung und die Art der hierfür eingesetzten Untersuchungsmittel erkläre ich mich freiwillig zur Teilnahme bereit.

In anonymisierter Form und unter strenger Beachtung datenschutzrechtlicher Vorschriften und der ärztlichen Schweigepflicht werden alle erhobenen Daten EDV-gestützt statistisch ausgewertet.

Ein Widerruf der Einwilligungserklärung ist nur bis zur Abholung der Schutzbrillen möglich.

Wenn Sie keine Fragen mehr haben und mit der Teilnahme einverstanden sind, unterschreiben Sie bitte dieses Formblatt.

Ich, ..., erkläre mich bereit, an dieser Studie als

Proband teilzunehmen, nachdem ich von Dr. ..... umfassend darüber informiert worden bin.

....

(Datum, Unterschrift) (Unterschrift Arzt)

Fragebogen zum Augenschutz

Sehr geehrte Kollegen,

im Rahmen eines Forschungsprojekts zum Augenschutz von Zahnärzten benötigen wir Ihre Mithilfe. Wir bitten Sie deshalb, diesen Fragebogen auszufüllen und an uns zurück zu senden. Bitte lesen Sie alle Fragen und kreuzen Sie die entsprechenden Antworten an.

Alter: _____ Jahr der Approbation: _____

Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich

Lage der Praxis: ☐ ländlich ☐ Kreisstadt ☐ Großstadt

Behandlungsspektrum:

☐ Allgemeinzahnärztlich ☐ Fachzahnarzt für: _____

☐ Tätigkeitsschwerpunkt für: _____

☐ Sonstiges (z.B. Spezialisten):_____

Bei welchen Behandlungen tragen Sie einen Augenschutz? (Mehrfachnennung möglich)

☐ immer ☐ Befund/Diagnostik ☐ PAR/chirurgischen

☐ restaurativ/prothetischen ☐ KFO ☐ endodontischen

☐ Infektpatienten ☐ sonstiges: _____

Welche Art von Augenschutz tragen Sie bei der Behandlung? (Mehrfachnennung möglich)

☐ normale Brille ☐ Schutzbrille ☐ Lupenbrille ☐ Visier ☐ keinen

☐ sonstige:_____

Wie oft reinigen Sie Ihren Augenschutz?

☐ bei sichtbarer Verschmutzung ☐ nach Infektpatienten ☐ nach jedem Patienten

☐ halbtägig (vor der Pause und am Ende des Arbeitstags) ☐ am Ende des Arbeitstags

☐ sonstiges:_____

Wie reinigen Sie Ihren Augenschutz?

☐ mit Wasser ☐ mit Wasser und Seife ☐ im Ultraschallbad

☐ mit speziellen Brillenreinigungstüchern ☐ mit Pflegeprodukten für Lupenbrillen

☐ mit Desinfektionsmitteln
(Produkt:_____)

Falls Sie eine Lupenbrille tragen:

Hersteller:_____

Benutzen Sie ein OP-Mikroskop? ☐ ja ☐ nein

Wenn ja, wie oft wird es desinfiziert?

☐ bei sichtbarer Verschmutzung ☐ nach Infektpatienten ☐ nach jedem Patienten

☐ halbtägig (vor der Pause und am Ende des Arbeitstags) ☐ am Ende des Arbeitstags

☐
sonstiges:_____

Wie viele Angestellte sind in der Praxis als Stuhlassistenz tätig?

_____

Wie viele Angestellte arbeiten eigenständig (ZMF, DH)?

_____

Welche Art von Augenschutz tragen Ihre Angestellten (ZFA, ZMF, DH)?

☐ normale Brille ☐ Schutzbrille ☐ Lupenbrille ☐ Visier ☐ keinen

☐sonstige:_____

Bei welchen Behandlungen tragen Ihre Angestellten einen Augenschutz?
(Mehrfachnennung möglich)

☐ immer ☐ professionelle Zahnreinigung

Assistenz bei: ☐ Befund/Diagnostik ☐ PAR/chirurgischen

☐ endodontischen

☐ restaurativ/prothetischen ☐ KFO

☐ Infektpatienten

☐ sonstiges: _____

Wie oft reinigen Ihre Angestellten ihren Augenschutz?

☐ bei sichtbarer Verschmutzung ☐ nach Infektpatienten ☐ nach jedem Patienten

☐ halbtägig (vor der Pause und am Ende des Arbeitstags) ☐ am Ende des Arbeitstags

☐
sonstiges:_____

Wie reinigen Ihre Angestellten ihren Augenschutz?

☐ mit Wasser ☐ mit Wasser und Seife ☐ im Ultraschallbad

☐ mit speziellen Brillenreinigungstüchern ☐ mit Pflegeprodukten für Lupenbrillen

☐ mit Desinfektionsmitteln
(Produkt:_____)

Antwort bitte per frankiertem Rückumschlag oder auch per FAX an: 0211- 81 04021

Durch das Absenden des Fragebogens geben Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie.

Wir bedanken uns ganz herzlich für Ihre Unterstützung!

Danksagung

Mein erster Dank gilt Frau Prof. Dr. Michelle Alicia Ommerborn, der kommissarischen Direktorin der Zahnklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf für das Überlassen dieses Dissertationsthemas in der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie sowie ihr Vertrauen in meine wissenschaftliche Arbeit und ihre fortwährende Unterstützung bei allen aufkommenden Fragen.

Mein besonderer Dank gilt in diesem Zusammenhang Frau Dr. Nora Bergmann, Oberärztin der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie, die mich sowohl bei der Durchführung der Versuche als auch beim Schreiben und der Fertigstellung dieser Arbeit unermüdlich unterstützt und gefördert hat. Ich hätte mir keine bessere Betreuerin für dieses Projekt wünschen können.

Frau Nicole Pascale Walentek danke ich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung. Zudem bedanke ich mich bei meinem zahnärztlichen Kollegen Jonas Güttler für seine Beratung und Hilfe bei der fotografischen Umsetzung der Studie.

Bedanken möchte ich mich ebenso bei den Mitarbeitenden und Studierenden der Poliklinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Endodontologie, die sich als Probanden bereit erklärt haben, mich bei diesem Projekt zu unterstützen.

Mein größter Dank gilt meiner Familie und insbesondere meinem Mann für seine bedingungslose Unterstützung und Liebe. Ohne ihn würde ich heute nicht an dieser Stelle in meinem Leben stehen.

Und nicht zuletzt in Andenken an meine liebe Omi, die immer an mich geglaubt hat und von der ich so viel für mein Leben lernen durfte.