

# **Untersuchungen zur antimikrobiellen Wirkung von Zahnpasten**

## **D i s s e r t a t i o n**

**zur Erlangung des akademischen Grades**

doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

Vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät  
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von

Marion Klein, geboren am 26.10.1978 in Markt Retten-  
bach

Kristin Starke, geboren am 23.08.1978 in Cottbus

Gutachter:

1. Prof. Dr. W. Pfister, Jena
2. Prof. Dr. E. Glockmann, Jena
3. Prof. Dr. H.-G. Schaller, Halle/Saale

Tag der öffentlichen Verteidigung: 4. Juli 2006

## VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

API	Approximaler-Plaque-Index
BEMA	Einheitlicher Bewertungsmaßstab für zahnärztliche Leistungen
GSK	GlaxoSmithKline
NLS	Natriumlaurylsulfat
RDA	Relative Dentin Abrasion
SBI	Sulcus-Blutungs-Index

## INHALTSVERZEICHNIS

1.	<b><u>Zusammenfassung</u></b> .....	6
2.	<b><u>Einleitung</u></b> .....	8
2.1.	<u>Mikroorganismen in der Mundhöhle</u> .....	8
2.2.	<u>Die Plaque und ihre Folgen</u> .....	9
2.3.	<u>Möglichkeiten der Plaquebeseitigung und Keimzahlsenkung</u> .....	10
2.4.	<u>Möglichkeiten der Prüfung antibakterieller Effekte von Lösungen</u> .....	11
3.	<b><u>Ziele der Arbeit</u></b> .....	12
4.	<b><u>Material und Methoden</u></b> .....	14
4.1.	<u>Geprüfte Zahnpasten</u> .....	14
4.2.	<u>Verwendete Mikroorganismen</u> .....	17
4.3.	<u>Nährmedien und Reagenzien</u> .....	18
4.4.	<u>Bestimmung der antimikrobiellen Aktivität ausgewählter Zahnpasten</u> .....	20
4.4.1.	Vorkultivierung der Mikroorganismen und Einstellung der Keimzahlen .....	20
4.4.2.	Agardiffusionstest .....	20
4.4.3.	Bouillon-Reihenverdünnungstest.....	22
5.	<b><u>Ergebnisse</u></b> .....	24
5.1.	<u>Ergebnisse der Agardiffusionsversuche</u> .....	24
5.1.1.	Antibakterieller Effekt der Zahnpasten.....	24
5.1.2.	Tabellarischer Überblick zur Wirkung der ausgewählten Zahnpasten in der Gebrauchskonzentration gegenüber den Mikroorganismen im Agardiffusionsversuch .....	37
5.2.	<u>Ergebnisse der Reihenverdünnungstests</u> .....	39

5.2.1.	Antibakterieller Effekt der Zahnpasten.....	39
5.2.2.	Tabellarischer Überblick über die Wirkung der ausgewählten Zahnpasten in der Gebrauchskonzentration gegenüber den Mikroorganismen im Reihenverdünnungstest.....	62
<b>6.</b>	<b><u>Diskussion</u></b> .....	<b>63</b>
6.1.	<u>Diskussion zur Versuchsdurchführung</u> .....	63
6.2.	<u>Diskussion der Versuchsergebnisse</u> .....	64
6.2.1.	Agardiffusionstest .....	64
6.2.1.1.	Bewertung der Wirksamkeit der getesteten Zahnpasten auf die verschiedenen Keime .....	64
6.2.1.2.	Bewertung der Produkte .....	65
6.2.1.3.	Bewertung des Resistenzverhaltens gegenüber den Zahnpasten.....	66
6.2.2.	Bouillon-Reihenverdünnungstest.....	67
6.2.2.1.	Bewertung der quantitativen Wirkung der getesteten Zahnpasten auf die verschiedenen Keime .....	67
6.2.2.2.	Bewertung der Produkte .....	69
6.2.2.3.	Bewertung des Resistenzverhaltens gegenüber den Zahnpasten.....	71
6.3.	<u>Vergleich der Ergebnisse beider Versuche</u> .....	73
6.4.	<u>Diskussion zu Zahnpasten mit extra zugesetzten antibakteriellen Wirkstoffen</u> .....	75
6.5.	<u>Vergleich der Ergebnisse mit denen anderer Autoren</u> .....	77
6.6.	<u>Bewertung der Produkte hinsichtlich der Verbraucherfreundlichkeit</u> .....	84
6.6.1.	Ein Vergleich der Ergebnisse des Bouillon-Reihenverdünnungstests mit Fluoridgehalt, RDA-Wert und dem Preis der einzelnen Produkte macht eine gewisse qualitative Wertung möglich .....	84
<b>7.</b>	<b><u>Schlussfolgerungen</u></b> .....	<b>88</b>

8.	<b><u>Literaturverzeichnis</u></b> .....	<b>91</b>
9.	<b><u>Anhang</u></b> .....	<b>94</b>
9.1.	<u>Grafische Darstellung der Ergebnisse des Agardiffusionstests</u> .....	94
9.2.	<u>Grafische Darstellung der Ergebnisse der Keimzahlbestimmungen</u> .....	143

## 1. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit sollte in-vitro die antimikrobielle Wirksamkeit von 22 zufällig ausgewählten Zahnpasten des deutschen Marktes untersucht werden. Ferner wurde mit Hilfe anderer bereits durchgeführter Studien versucht, eine abschließende Orientierungshilfe für den prophylaxebewussten Verbraucher zusammenzufassen.

Um eine standardisierte Vorgehensweise zu garantieren, wurde bei Versuchsplannung und -durchführung entsprechend den „Richtlinien zur Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren“ gehandelt. Als Vorversuch sollte zunächst der Agardiffusionstest einen Überblick ermöglichen. Die zu diesem Zweck verwendeten Mikroorganismen *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* und *Candida albicans* zeigten unterschiedlich ausgeprägte Hemmhofbildungen und dieser verwertbare Effekt führte nun zur Durchführung des Bouillon- Reihenverdünnungstests. Das Keimspektrum wurde dabei um *Streptococcus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa* erweitert.

Wurden im Agardiffusionstest noch die halbe, die einfache und die doppelte Gebrauchskonzentration untersucht, reduzierten sich die ausgewählten Konzentrationen im Bouillon- Reihenverdünnungstest auf die einfache und doppelte Gebrauchskonzentration. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte im Agardiffusionsversuch nach 48 Stunden durch Messung der Hemmhofbildung in mm, im Bouillon- Reihenverdünnungstest nach zwei Stunden durch Auszählung der Kolonien.

Die Ergebnisse des Agardiffusionstests zeigten bezüglich der Gebrauchskonzentration, dass die Produkte Pearls & Dents, Signal, Blendamed, Sensodyne und Oral B Zendium überwiegend keine oder nur eine schwache Wirkung entfalten konnten. Murnauers Totes-Meer-Salz Zahnpasta zeigte als einziges Produkt gegenüber allen Mikroorganismen Hemmhofentwicklung. Bei Verdoppelung der Gebrauchskonzentration konnte insgesamt auch eine Vergrößerung der Hemmhöfe beobachtet werden.

Im Vergleich zum Vorversuch konnte der Reihenverdünnungstest bezüglich der Gebrauchskonzentration die schwache Wirkung der Produkte Pearls & Dents, Sensodyne und Oral B Zendium bestätigen, sowie überzeugende Ergebnisse von Murnauers Totes Meer Salz Zahnpasta, Dentagard, Elmex und Colgate aufzeigen.

Nach einer Verdoppelung der Gebrauchskonzentration konnte beobachtet werden, dass meist Produkte, die bereits in der niedrigeren Dosierung ein vollständiges Absterben der Mikroorganismen verursachten, eine ebensolche Wirksamkeit erzielten.

Wenn aber zuvor Restkeime überlebt hatten, so wurde im Großen und Ganzen deren Zahl nochmals reduziert oder aber, bei vorangegangener alleiniger Wachstumshemmung, diese verstärkt. Eine lineare Abhängigkeit konnte nie nachgewiesen werden.

Der Vergleich der Ergebnisse beider Versuche zeigte einige Differenzen, die in erster Linie durch das unterschiedliche Zusammentreffen von Wirkstoff und Mikroorganismus begründet werden können, jedoch lassen sich grundsätzliche Parallelen erkennen.

Schwierig ist die Begründung der unterschiedlichen Wirksamkeit der ausgewählten Zahnpasten, da sowohl Pasten ohne besondere antimikrobielle Wirkstoffe sehr gute Ergebnisse aufwiesen und auch Zahnpasten mit speziellen Zusätzen nahezu keinerlei Wirkung zu haben schienen. Unsere Versuche dienten deshalb nur dazu, einen groben Überblick zu verschaffen, da die Inhaltsstoffe nicht in ihrem Mengenanteil bekannt waren und bisher auch kein vergleichbarer in-vivo Versuch vorliegt.

Der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren kann nur in Ausschnitten die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen, da bisher noch keine Untersuchung mit so vielen Produkten vorgenommen wurde. Die bisherigen Studien können aber zum Teil die in dieser Arbeit gemachten Aussagen durch genauere Untersuchung der Inhaltsstoffe belegen.

Da nicht allein die antimikrobielle Wirkung bei der Auswahl der Zahnpasta eine Rolle spielen kann und viele Faktoren wie Geschmack und bevorzugte Konsistenz subjektiver Natur sind, sollten trotzdem die zusätzliche Beachtung des Preises, des Fluoridgehalts und des RDA- Wertes die Ergebnisse dieser Untersuchung abrunden. So kann der Verbraucher in dieser Arbeit zumindest einen Leitfaden finden, der ihm die Auswahl eines geeigneten Präparates erleichtern soll.



## 2. Einleitung

Die Leistungen der Krankenkassen hinsichtlich des Zahnersatzes werden ständig reduziert (BEMA Januar 2004), und die Patienten müssen ab dem Jahr 2005 größtenteils selbst für dessen Bezahlung aufkommen oder private Vorsorge treffen. Ein triftiger Grund, der WANNEMACHERS Lehrsatz „Ein sauberer Zahn wird nicht krank“ (26) wieder in das Bewusstsein der Patienten bringen sollte und die Prophylaxe zur wichtigsten Säule jeder Zahnarztpraxis macht.

Die heutigen Möglichkeiten einer effektiven Mundhygiene zur Vorbeugung von Karies und Parodontopathien sind zahlreich. Sicherlich das populärste und günstigste Hilfsmittel ist die Zahnpasta. Auf dem Markt sind nahezu unzählbar viele Produkte vorhanden, die laut Werbung Abhilfe bei Karies, Parodontitis, Mundgeruch und Zahnstein verschaffen sollen. Die wesentlichen Aufgaben der Zahnpasta sind kosmetischer, therapeutischer und pharmakologischer Natur (12). Inwieweit diese pharmakologische Wirkung von handelsüblich angebotenen Zahnpasten erfüllt wird, soll im Rahmen dieser in-vitro Studie untersucht werden.

### 2.1. Mikroorganismen in der Mundhöhle

Die orale Residentmikroflora besteht aus vielen verschiedenen Arten von Bakterien, Hefen, Protozoen und Viren. Besonders bemerkenswert am Lebensraum Mundhöhle ist die Tatsache, dass aufgrund des unterschiedlichen Nährstoffangebots einzelner Nischen auch äußerst anspruchsvolle neben genügsamen Arten existieren und wachsen können. Den Hauptanteil der oralen Mikroflora bilden die Bakterien. Es finden sich:

- 1 Streptokokken der Mutans-, Salivarius-, Anginosus- und Mitis- Gruppe
- 2 Peptostreptokokken
- 3 Enterokokken
- 4 Staphylokokken
- 5 Aktinomyzeten, Eubakterien, Laktobazillen, Propionibakterien
- 6 Neisserien, Moraxellen, Veillonellen
- 7 Haemophile Bakterien, Eikenella, Actinobacillus actinomycetemcomitans
- 8 Porphyromonas

Den größten Teil der Pilzmikroflora bilden die Arten von Candida, besonders die Gattung *C. albicans*. Bei Erwachsenen ist die Pilzart in 2 - 71% zu finden, wobei besonders bei Abwehr geschwächten Patienten 100% Trägerraten vorliegen (19).

## 2.2. Die Plaque und ihre Folgen

„Die Plaque ist ein strukturierter, zäher, verfilzter Zahnbelag aus Speichelbestandteilen, bakteriellen Stoffwechselprodukten, Nahrungsresten und Bakterienzellen“ (19). Ihre Entwicklung vollzieht sich, ausgehend vom frisch gereinigten Zahn, regelmäßig in folgenden Schritten:

Zunächst schlagen sich Speichelproteine aufgrund elektrostatischer Kräfte auf der Zahnoberfläche nieder und bilden das so genannte „acquired pellicle“. Dieses Oberhäutchen bildet die Grundlage für die Anheftung einer Zahl von Bakterien, allen voran *Str. sanguis* und Aktinomyzeten, im weiteren Verlauf weitere Streptokokken und Veillonellen. Erst in einer ein bis zwei Wochen alten Plaque dominieren Stäbchen und Filamente. Je ausgereifter der Belag, desto anaerober wird deren Charakter.

Karies und Parodontopathien sind Folge der in der Plaque entstehenden sauren Metaboliten, die lokal zu Demineralisation der Zahnhartsubstanzen, Entzündungen und Knochenabbau führen.

Eine herausragende Rolle bei der Kariesentstehung wird dem azidogenen und säuretoleranten *Str. mutans* zugeschrieben, der organische Säuren wie Laktat und Pyruvat bildet und zudem aus Saccharose extrazelluläre Polysaccharide bilden kann, welche zu einer besonders adhärennten Plaque beitragen. Bei Patienten mit hoher Kariesprävalenz sind mehr Zahnflächen mit *Str. mutans* besiedelt, als bei Patienten mit niedriger Prävalenz (12). Somit reduzieren antimikrobielle Maßnahmen, gerichtet gegen dieses Bakterium, die Inzidenz der Karies.

Verzichten wir auf Mundhygienemaßnahmen, führt die entstehende Plaque innerhalb weniger Tage bereits zu einer Entzündung der Gingiva, die sich bei längerer Anwesenheit in eine Parodontitis weiterentwickeln kann. Wichtig hierbei ist die Einteilung in eine supra- und subgingivale Plaque, die sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung unterscheidet. Während oberhalb des Gingivaesumes vorwiegend grampositive, fakultativ anaerobe Kokken und Stäbchen zu finden sind, sind es subgingival bevorzugt anaerobe, unbewegliche Kokken und Stäbchen.

Zu diesen parodontopathogenen Plaquebakterien gehören unter anderem Porphyromonas gingivalis, dessen Enzyme ein Eindringen in das Gewebe erleichtern und so die Destruktion des Parodonts beschleunigen, und Actinobacillus actinomycetemcomitans, dessen Leukotoxin polymorphkernige Granulozyten zerstört. Die Entstehung einer parodontalen Läsion gliedert sich nach PAGE und SCHROEDER in vier Schritte. Der initiale Defekt entsteht aufgrund einer Plaqueneubildung innerhalb von zwei bis vier Tagen und manifestiert sich als akute Gingivitis. Aus diesem entsteht innerhalb von 14 Tagen die frühe Läsion, die eine Verstärkung des initialen Defektes darstellt. Erst die etablierte Läsion führt zur Ausbildung einer Tasche, die zu diesem Zeitpunkt noch auf die Gingiva beschränkt bleibt. Werden in diesem Stadium keine Mundhygienemaßnahmen ergriffen, entsteht eine etablierte Läsion mit Destruktion des Parodonts, die nur durch entsprechende parodontologische Eingriffe des Zahnarztes geheilt werden kann (12).

### 2.3. Möglichkeiten der Plaquebeseitigung und Keimzahlsenkung

Die Selbstreinigungskräfte der Mundhöhle können Plaque nicht mehr beseitigen, deshalb muss der Patient, um Erkrankungen zu vermeiden, im Rahmen der individuellen Mundhygiene zu Hilfsmitteln greifen.

Die mechanische Beseitigung der Beläge erfolgt zunächst mit der Zahnbürste und entsprechenden Methoden des Bürstens. Bei Kindern ist die Fones Methode anzuraten, bei Erwachsenen wird die modifizierte Bass-Technik empfohlen. Einen Fortschritt diese Prozedur zu erleichtern, stellt auch die Entwicklung elektrischer Zahnbürsten dar. Da eine reife Plaque 24 bis 36 Stunden braucht, um sich zu etablieren, ist dieser Vorgang mindestens ein Mal am Tag notwendig. Leider können auf diese Art und Weise Zwischenräume bei der Reinigung nicht erreicht werden, weshalb vor dem täglichen Zähneputzen eine Interdentalraumsäuberung erforderlich ist. Die Möglichkeiten hierzu sind vielfältig: Standard ist die Benutzung von ungewachster Zahnseide in jedem Zwischenraum in systematischer Reihenfolge. Aber dem Patienten werden auch Bürstchen und Hölzer angeboten, die möglicherweise einem manuell weniger geschickten Patienten diesen Vorgang erleichtern sollen.

Nicht nur, um das Zähneputzen zu beschleunigen und dessen Wirksamkeit zu erhöhen, sondern auch um Wirkstoffe in die Mundhöhle einzubringen, welche die Keim-

zahl auch nach der Reinigung noch senken, empfiehlt sich die Verwendung von Zahnpasten. Diese enthalten neben Putzkörpern auch Feuchthalte- und Bindemittel, sowie Konservierungsstoffe, Tenside und Geschmacksstoffe. Die für den antimikrobiellen Effekt entscheidenden Bestandteile sind nach MARSH Bisbiguanide (Chlorhexidin), Detergenzien (Sodium Lauryl Sulfate), Enzyme, essentielle Öle (Thymol, Eukalyptol), Metallionen (Zink, Kupfer, Zinn), Pflanzenextrakte (Sanguinarin), Phenole (Triclosan) und quaternäre Ammoniumverbindungen (Hexetidine, Cetylpyridinium chloride) (18).

Diese Bestandteile finden sich auch in Mundspülungen, die adjuvant nach dem Zähneputzen oder zwischendurch genutzt werden können, wobei hier natürlich jede mechanische Plaquebeseitigung entfällt.

## 2.4. Möglichkeiten der Prüfung antibakterieller Effekte von Lösungen

Um die Wirksamkeit unserer ausgewählten Zahnpasten zu testen, wurden die Vorschriften für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren angewandt (5).

Zur Prüfung antibakterieller Effekte werden hier die durchgeführten Versuche grob in in- vitro Tests und Tests unter praxisnahen Bedingungen eingeteilt. Erstere waren interessant, denn sie sollen Auskunft über die entwicklungshemmenden und keimtötenden Eigenschaften bei unterschiedlichen Konzentrationen und Einwirkungszeiten geben.

Sie gliedern sich in folgende Schritte:

Zunächst werden anhand eines Versuchs geeignete Inaktivierungssubstanzen ausgewählt, die nun in einem qualitativen Suspensionsversuch geprüft werden. Im Rahmen dieses Tests wird der wirksame Konzentrationsbereich bestimmt. Anschließend können bei einem quantitativen Suspensionsversuch die Kolonien nach Bebrütung ausgezählt und ausgewertet werden.

Zur Prüfung chemischer Desinfektionsverfahren in-vitro ist nun abschließend ein so genannter Keimträgerversuch durchzuführen.

### **3. Ziele der Arbeit**

Die Frage, ob sich Zahnpasten allein aufgrund ihrer Zusammensetzung keimreduzierend auf die orale Mundflora auswirken, sollte in dieser in-vitro Studie untersucht werden. Zu ermitteln war auch dessen Größenordnung, damit eingeschätzt werden kann, in wieweit man überhaupt von einer antimikrobiellen Wirkung bei einer Zahnpasta sprechen kann.

Dafür wurden 22 gängige Produkte des deutschen Marktes ausgesucht. Um ein breites Spektrum aus der Vielzahl der im Handel angebotenen Zahnpasten abzudecken, wurden zufällig bekannte Handels- und Discountmarken unterschiedlicher Zusammensetzung ausgewählt.

Zahnpasten sind Stoffgemische, die sich aus verschiedenen Hauptbestandteilen zusammensetzen. Einige wurden zusätzlich mit speziellen Wirkstoffen ausgestattet, welche eine Keimreduktion bewirken sollen. Doch können diese ihre Wirkung in einem Substanzgemisch auch ausreichend entfalten? Lösungen als Träger eines Wirkstoffes können dabei so gewählt werden, dass sie nicht mit der Substanz interferieren. Die Beimengung in Zahnpasten kann hingegen durch Ausfällungserscheinungen oder Komplexbildungen die Wirksamkeit verringern. Es sollte daher weiterhin untersucht werden, ob Pasten mit extra zugesetzten antimikrobiellen Wirkstoffen den konventionellen Zahnpasten durch ihre Beimengung überlegen sind. Immerhin werden den Fluoridverbindungen, die fast in jeder Marke enthalten sind, und dem Tensid Natriumlaurylsulfat, welches zu den Hauptbestandteilen vieler Zahnpasten gehört, ebenfalls antibakterielle Effekte zugeschrieben (25). Sie sollten miteinander verglichen und evtl. Unterschiede in ihrer antimikrobiellen Wirkung aufgezeigt werden. Rückschlüsse auf die Bedeutung und Effektivität der Inhaltsstoffe können aber nur indirekt gezogen werden, da diese nicht einzeln, sondern nur in einem Gemisch zur Geltung kommen.

Der mechanische Reinigungsprozess wurde bei dieser Untersuchung außer Acht gelassen und nur allein auf die Wirkung der Zahnpasta selbst eingegangen.

Es sollte an Spezies getestet werden, die zur Residentmikroflora gehören und an solchen, die nur gelegentlich in der Mundhöhle vorkommen.

Der Agardiffusionstest sollte anfänglich einen Überblick über eventuelle Effekte geben. Um eine quantitative Aussage treffen zu können, wurden alle Zahnpasten erneut im Bouillon-Reihenverdünnungstest auf ihre Wirkung untersucht.

Außer der Gebrauchskonzentration sollten auch die halbe und doppelte Konzentration untersucht werden. So lassen sich Rückschlüsse daraus ziehen, ob diese Parameter die antimikrobielle Wirkung beeinflussen.

Bei den Versuchen wurde analog den Richtlinien zur Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsmittel verfahren, da so ein standardisiertes Prüfverfahren gewährleistet war. Das bedeutet aber keinesfalls, dass Zahnpasten chemischen Desinfektionsmitteln gleichgesetzt werden.

Um auch dem Verbraucher einen direkten Nutzen durch diese Studie zukommen zu lassen, sollten die untersuchten Zahnpasten einem Preis-Leistungs-Vergleich unterzogen werden. Bei der Einschätzung wurden verschiedene Parameter berücksichtigt. Dazu gehörte die antimikrobielle Wirksamkeit der Zahnpasten, wobei Werte aus dieser Arbeit eingebracht werden. Weiterhin sollte der RDA-Wert, der für das Abrasionsverhalten einer Zahnpasta steht, in den Vergleich einbezogen werden. Dieser wurde vom Hersteller selbst angegeben und unterlag keiner Kontrolle durch diese Studie. Hinsichtlich des dritten und letzten Parameters sollte ein Vergleich des Fluoridgehalts und des Preises stattfinden.

Übergreifendes Ziel dieser Arbeit sollte es auch sein, dem Verbraucher eine Orientierungshilfe bei der Auswahl von Zahnpasten, die auf dem deutschen Markt erhältlich sind, zu geben.

## 4. Material und Methoden

### 4.1. Geprüfte Zahnpasten

Name	Hersteller
Theramed naturweiß	Schwarzkopf & Henkel GmbH Henkelstr. 230 40191 Düsseldorf Tel.: 0180/2006300 FAX: 0211/7982387 <a href="mailto:cosmetics@henkel.com">cosmetics@henkel.com</a>
Dentagard Colgate Total fresh stripe	Colgate Palmolive GmbH Liebigstr. 2-20 22113 Hamburg <a href="mailto:webmaster@dentagard.de">webmaster@dentagard.de</a>
Elmex Meridol	GABA GmbH Postfach2520 79515 Lörrach Tel.: 07621/9070 FAX: 07621/907499 <a href="mailto:info@gaba-dent.de">info@gaba-dent.de</a>
Perlweiß intensiv weiß	Murnauer Markenvertrieb GmbH Maximilianplatz 16 80333 München <a href="mailto:info@muma.de">info@muma.de</a>

Signal Mentadent C sensitive	Lever Fabergè GmbH    Lever Fabergè Grafenau 12                    PF 570122 CH- 6300 Zug                    22770 Hamburg Tel.:0041-41-7292511 FAX: 0041-41-7292510
Blendamed classic Blendax Antibelag	Procter & Gamble GmbH 65823 Schwalbach Tel.:0180/266173    FAX: 06196/894929
Ajona stomaticum Pearls & Dents	Dr. Rudolf Liebe Nachf. GmbH Co KG Max-Lang-Str. 64 70771 Leinfelden- Echterdingen Tel.: 0711/752626    FAX: 0711/752666 <a href="mailto:Sevice@drliche.de">Sevice@drliche.de</a>
Dr. Best vital complex Sensodyne F Parodontax F mit Fluorid	Glaxo Smith Kline Consumer Healthcare GmbH & Co. KG Bußmatten 1 77815 Bühl Tel.: 07223/760    FAX: 07223/4000 <a href="mailto:unternehmen@gsk-consumer.de">unternehmen@gsk-consumer.de</a>  GlaxoSmithKline GmbH & Co. KG Theresienhöhe11 80339 München Tel.: 089/360440    FAX: 089/360448000 <a href="mailto:Service.info@gsk.com">Service.info@gsk.com</a>
Totes-Meer-Salz Zahncreme	Murnauer Markenvertrieb GmbH Diamantstr. 18 65468 Trebur Tel.: 06147/204300    FAX: 06147/204345 <a href="mailto:Mail@murnauers.de">Mail@murnauers.de</a>



<p>el-ce med sensitiv elkadent aktiv 3 Rotweiß</p>	<p>Dental-Kosmetik GmbH Katharinen-Str. 4 01099 Dresden Tel.:0351/8005300 FAX: 0351/8005444 <a href="mailto:zsek@dental-kosmetik.de">zsek@dental-kosmetik.de</a></p>
<p>Friscodent mint</p>	<p>Dr. Scheller Cosmetics AG Schiller Straße 21-27 73054 Eisingen Tel.:07161/8030 FAX: 07161/803300 <a href="mailto:info@dr-scheller-cosmetics.com">info@dr-scheller-cosmetics.com</a></p>
<p>Oral B Zendium</p>	<p>Gillette Gruppe Deutschland GmbH &amp; Co. KG Frankfurter Str. 145 61476 Kronberg/ Taunus <a href="mailto:info@gillettegruppe.de">info@gillettegruppe.de</a></p>
<p>Perlodent med</p>	<p>Rossmann GmbH Isernhägener Str. 16 30938 Burgwedel <a href="mailto:information@rossmann.de">information@rossmann.de</a></p>

## 4.2. Verwendete Mikroorganismen

Bakterien der residenten Mikroflora der Mundhöhle:

aus der Salivarius-Gruppe:	Streptococcus salivarius	fakultativ anaerob	A B
aus der Mitis-Gruppe:	Streptococcus sanguis	fakultativ anaerob	A B
aus der Mutans-Gruppe:	Streptococcus mutans	fakultativ anaerob	A B

Bakterien der transienten Flora der Mundhöhle:

Escherichia coli	fakultativ anaerob	A B
Escherichia faecalis	fakultativ anaerob	A B
Pseudomonas aeruginosa	aerob	B
Staphylococcus aureus	fakultativ anaerob	B

Hefepilze:

Candida albicans	aerob	A B
------------------	-------	-----

A – Agardiffusionstest

B – Bouillonreihenverdünnungstest

### 4.3. Nährmedien und Reagenzien

<p><b>Columbiaagar mit defibriniertem Schafblut</b> Firma OXOID/ Art.Nr. CM 331 Zusammensetzung (g/l): Spezialpepton 23 Stärke 1 Natriumchlorid 5 Agar 10 Defibriniertes Schafblut 100ml</p>	<p>als Nährmedium für orale Streptokokken, <i>P. aeruginosa</i>, <i>S. aureus</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• für die Vorkultivierung</li><li>• zur Herstellung der inkubierten Nährböden für die Streptokokken im Agardiffusionstest</li><li>• zur Herstellung der Nährböden im Bouillon-Reihenverdünnungstest</li></ul>
<p><b>Caseinpepton- Sojabohnen-Mehlpepton- Agar (CASO-Agar)</b> Firma OXOID/ Art.-Nr. CM 131 Zusammensetzung (g/l): Caseinpepton 15 Natriumchlorid 5 Agar 15</p>	<p>als Nährmedium für <i>E. coli</i> und <i>E. faecalis</i> als Nährmedium für <i>E. coli</i> und <i>E. faecalis</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• für die Vorkultivierung</li><li>• zur Herstellung der inkubierten Nährböden im Agardiffusionstest</li><li>• zur Herstellung der Nährböden im Bouillon-Reihenverdünnungstest</li></ul>
<p><b>Sabouraud-Glucose-Nährboden</b> Firma OXOID/ Art.-Nr. CM 41 Zusammensetzung (g/l): Mykologisches Pepton 10 Glucose 40 Agar 15</p>	<p>als Nährmedium für <i>Candida albicans</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• für die Vorkultivierung</li><li>• zur Herstellung der inkubierten Nährböden im Agardiffusionstest</li><li>• zur Herstellung der Nährböden im Bouillon-Reihenverdünnungstest</li></ul>

<p><b>Sabouraud-Bouillon, steril</b> Firma OXOID/ Art.-Nr. CM 147 Zusammensetzung (g/l): Caseinpepton (peptisch verdaut) 5 Fleischpepton (peptisch verdaut) 5 Glucose 20</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zur Einstellung der Keimzahlen von <i>Candida albicans</i></li></ul>
<p><b>Dextrose-Lösung, steril</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zur Einstellung der Keimzahlen von oralen Streptokokken, <i>E. coli</i> und <i>E. faecalis</i>, <i>P. aeruginosa</i> und <i>S. aureus</i></li></ul>
<p><b>Glucose-Bouillon, steril</b> Firma OXOID/ Art.-Nr. CM 175 Zusammensetzung (g/l): Fleischextrakt Lab-Lemco 3 Tryptose 10 Glucose 5 Natriumchlorid 5</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zur Herstellung der Zahnpasta-Keim-Substrat-Suspension im Bouillon Reihenverdünnungstest</li></ul>
<p><b>Natriumchlorid- Lösung, steril</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zur Herstellung der Zahnpastasuspension im Agardiffusionstest</li><li>• zur Verdünnung der Zahnpasta-Keimsubstrat-Suspension im Bouillon-Reihenverdünnungstest</li></ul>

#### 4.4. Bestimmung der antimikrobiellen Aktivität ausgewählter Zahnpasten

##### 4.4.1. Vorkultivierung der Mikroorganismen und Einstellung der Keimzahlen

Die ausgesuchten Keime wurden 48 Stunden auf entsprechenden Nährböden im CO<sub>2</sub>-Brutschrank (10% CO<sub>2</sub>) vorkultiviert. Dabei handelte es sich um Columbia-Agar für die Streptokokken, *P. aeruginosa* und *S. aureus*, um CASO-Agar für *E. coli* und *E. faecalis* und um Sabouraud-Agar für *Candida albicans*. Anschließend wurden die gezüchteten Keime mit sterilen Impfösen von den Agarplatten entnommen und in 5 ml sterile Dextrose-Lösung eingebracht. Die Einstellung der Keimdichte auf 10<sup>8</sup> Keime pro ml Dextrose-Lösung erfolgte mittels Trübungsstandards nach Mc Farland 6. Von diesen Keimsuspensionen, welche mittels dieses Trübungsstandards auf eine Konzentration von 10<sup>8</sup> Keime pro ml Suspension eingestellt worden waren, wurden für den Agardiffusionstest und auch für den Bouillon-Reihenverdünnungstest die im Folgenden genannten Mengen entnommen.

##### 4.4.2. Agardiffusionstest

- Herstellung der inkubierten Nährböden

Von der unter 4.4.1. genannten Keimsuspension wurden 0,5 ml entnommen und in 500 ml des zunächst noch flüssigen Nährmediums (orale Streptokokken in Columbia-Agar, *E. coli* und *E. faecalis* in CASO-Agar und *C. albicans* in Sabouraud-Agar) pipettiert.

Dadurch ergibt sich eine Verdünnung von 1:1000, wodurch eine Keimzahl von 10<sup>5</sup> Keimen pro ml Nährboden eingestellt wird.

Anschließend wurden 15 ml des inkubierten Agars in eine Petri-Schale (55 x 16 mm) gefüllt.

Nach dem Erstarren des Agars wurde mit Hilfe eines sterilen Stanzzylinders ein Loch mit einem Durchmesser von 8 mm in die Mitte jeder Petri-Schale gebracht.

- Herstellen der Zahnpastasuspension

Wenn man davon ausgeht, dass man beim Zähneputzen jedes Mal einen 3 cm Zahnpastastrang verwendet und dieser sich in 20 ml Speichel löst, sollen diese Angaben die Putzkonzentration darstellen. In diese Überlegung wurden außer eigenen Erfahrungen auch Angaben aus der Produktinformation von Parodontax (Stafford Miller (GSK); persönliche Mitteilung) einbezogen.

Für den Versuch wurde eine Suspension mit einer doppelten Konzentration an Zahnpasta hergestellt, indem 9 cm Zahnpasta in 30 ml steriler Kochsalzlösung gemischt wurden. Davon wurden dann 10 ml entnommen und in 10 ml sterile Kochsalzlösung pipettiert, um die Putzkonzentration zu erhalten. Um eine halb so konzentrierte Suspension herzustellen, wurden von der Suspension mit der Putzkonzentration ebenfalls 10 ml entnommen und in 10 ml sterile Kochsalzlösung gegeben.

Nach der Zentrifugation der Suspensionen für 5 min bei 1000 U/min wurde der Überstand für den Agardiffusionstest verwendet.

Eine Ausnahme bei der Herstellung der Suspensionen bildete die Zahnpasta Ajona stomaticum. Da es sich um ein Konzentrat handelt, reichten hier kleinere Mengen aus. Die Putzkonzentration wurde mit Hilfe der Angaben in der Packungsbeilage bestimmt und entsprach damit zwei erbsengroße Mengen (ca. 0,2 g) auf 20 ml steriler Kochsalzlösung.

- Durchführung des Agardiffusionstests

In die ausgestanzten Löcher der Agarböden wurden 0,3 ml von der jeweiligen Zahnpastasuspension pipettiert und für 48 Stunden in die Brutkammer bei 37°C gestellt. Danach wurde mit einem Lineal die Größe der Hemmhöfe vermessen. Im Agardiffusionstest wurden alle unter 4.1. aufgeführten Zahnpasten hinsichtlich ihrer antimikrobiellen Wirkung auf die drei oralen Streptokokken, E. coli, E. faecalis und C. albicans überprüft. Jede Zahnpasta wurde dabei in halber, normaler und doppelter Konzentration verwendet. Die Versuche wurden insgesamt zweimal durchgeführt.

#### 4.4.3. Bouillon-Reihenverdünnungstest

- Herstellung der Agarböden

Die Agarböden für diesen Versuch wurden maschinell hergestellt. Jede Petri-Schale (94 x 16 mm) enthielt 18 ml Agar.

Zum Anzuchten wurden für die oralen Streptokokken, für *S. aureus* und für *P. aeruginosa* Columbia-Agar verwendet, für die Coli-Bakterien und die Enterokokken CASO-Agar und für *Candida albicans* Sabouraud-Agar.

- Herstellung des Zahnpasta-Dextrosebouillongemisches

Unter Berücksichtigung der Putzkonzentration von 3 cm Zahnpastastrang und 20 ml Flüssigkeit, wurden für diesen Versuch 9 cm Zahnpasta in 30 ml sterile Dextroselösung gemischt, um ein Zahnpasta-Dextrosebouillongemisch mit doppelter Konzentration herzustellen. Für den Erhalt der einfachen Konzentration wurden davon 10 ml in 10 ml sterile Dextroselösung pipettiert. Ausnahme bildete wieder die Zahnpasta Ajona stomaticum. Hier wurde die Konzentration mit Hilfe der Packungsbeilage bestimmt. Die Suspensionen wurden gut durchmischt, bis die Zahnpasta gleichmäßig verteilt war. Bei der Nullprobe wurden für jede Keimart 20 ml reine Dextrosebouillon bereitgestellt.

- Durchführung des Bouillon-Reihenverdünnungstests

Für jede Keimart standen 20 ml Reinbouillon für die Nullprobe, 20 ml Zahnpasta-Dextrosebouillon mit einfacher Konzentration und 20 ml Zahnpasta-Dextrosebouillon mit doppelter Zahnpastakonzentration zur Verfügung. In jede Nullprobe und die Bouillons mit unterschiedlicher Zahnpastakonzentration wurden jeweils 0,2 ml der einzelnen Keimsuspensionen, welche unter 4.4.1. bereits beschrieben worden sind, pipettiert. Daraus ergab sich in der jeweiligen Bouillon eine Keimzahl von ca.  $10^6$  ml. Zu diesem Zeitpunkt Null wurde eine Verdünnungsreihe jeder Bouillon mit dem Faktor  $10 - 10^{-5}$  angefertigt und von jeder Verdünnung 0,1 ml auf den entsprechenden Nährboden ausgespatelt (orale Streptokokken, *S. aureus* und *P. aeruginosa* auf Columbia-Agar, *E. coli* und *E. faecalis* auf CASO-Agar und *C. albicans* auf Sabouraud-Agar).

Danach wurden aus der Bouillon und aus den 5 Verdünnungsröhrchen 0,1 ml auf die Agarböden ausgestrichen und 48 Stunden in den CO<sub>2</sub>-Brutschrank gestellt. Während dieser Zeit kamen die Nullproben und die anderen Zahnpasta-Dextrosebouillons,

nachdem 0,5 ml für die erste Verdünnungsreihe entnommen wurde, für zwei Stunden in den auf 37°C temperierten Brutschrank. Nach dieser Zeit wurde die zweite Verdünnungsreihe hergestellt und wieder auf die Nährböden ausgespatelt.

Nach 48 Stunden konnten die Kolonien auf den Agarböden ausgezählt werden und durch den Vergleich mit der Nullprobe ggf. auf eine Reduktion der Keimzahl geschlossen werden. Alle Versuche wurden zweimal durchgeführt.



## 5. Ergebnisse

### 5.1. Ergebnisse der Agardiffusionsversuche

Die Ergebnisse der Agardiffusionsversuche sollen im Folgenden, gegliedert nach Keimen, verbal, graphisch und tabellarisch dargestellt werden.

Die Einzelergebnisse sind im Anhang graphisch (Abb.7-138) aufgeführt.

#### 5.1.1. Antibakterieller Effekt der Zahnpasten

Streptococcus salivarius

Tabelle 1: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Zahnpasta	[0,5]	[1,0]	[2,0]
elkadent	13	15	16
el-ce med	12	14	15
Totes-Meer-Salz	14	15	17
Pearls & Dents	0	0	0
Meridol	12	12	14
Dr. Best	0	12	15
Parodontax	9	11	14
Perlodent	11	13	12
Theramed	15	19	20
Dentagard	9	16	20
Elmex	0	10	10
Colgate	12	18	20
Signal	0	0	0
Perlweiß	13	0	0
Blendamed	0	0	0
Rotweiß	0	0	0
Blendax	10	12	16
Ajona	13	15	14
Friscodent	10	12	14
Mentadent	13	13	14
Sensodyne	0	0	12
Oral B Zendium	0	0	9

Für die halbe Gebrauchskonzentration der Zahnpasten zeigten sich bei mehr als der Hälfte der ausgewählten Produkte unterschiedlich große Hemmhöfe. Bei acht Zahnpasten (Pearls & Dents, Dr.- Best, Elmex, Signal, Blendamed, Rotweiß, Sensodyne, Oral B Zendium) konnte keine Wirkung nachgewiesen werden. Theramed und el-ce med zeigten bereits bei dieser niedrigen Dosis gute Ergebnisse.

In der Gebrauchskonzentration war wieder Theramed mit einer besonders deutlichen Hemmung hervorzuheben. Sieben der bereits oben erwähnten Pasten zeigten noch

immer unbefriedigende Ergebnisse.

Erst bei Verwendung der doppelten Konzentration wurde *S. salivarius* von 77% der Produkte in seinem Wachstum supprimiert. Die Marken Rotweiß, Blendamed, Perlweiß, Signal und Pearls & Dents konnten keine Wirkung entfalten. Bei dieser Dosierung bildeten Theramed, Colgate und Dentagard die effektivsten Produkte.

Graphisch zusammengefasst wurden in Abb. 1 nochmals fünf repräsentative Zahnpasten herausgegriffen und ihre Wirksamkeit auf *S. salivarius* dargestellt.

Eine lineare Beziehung zwischen Konzentration und Hemmhofbildung konnte nicht festgestellt werden.

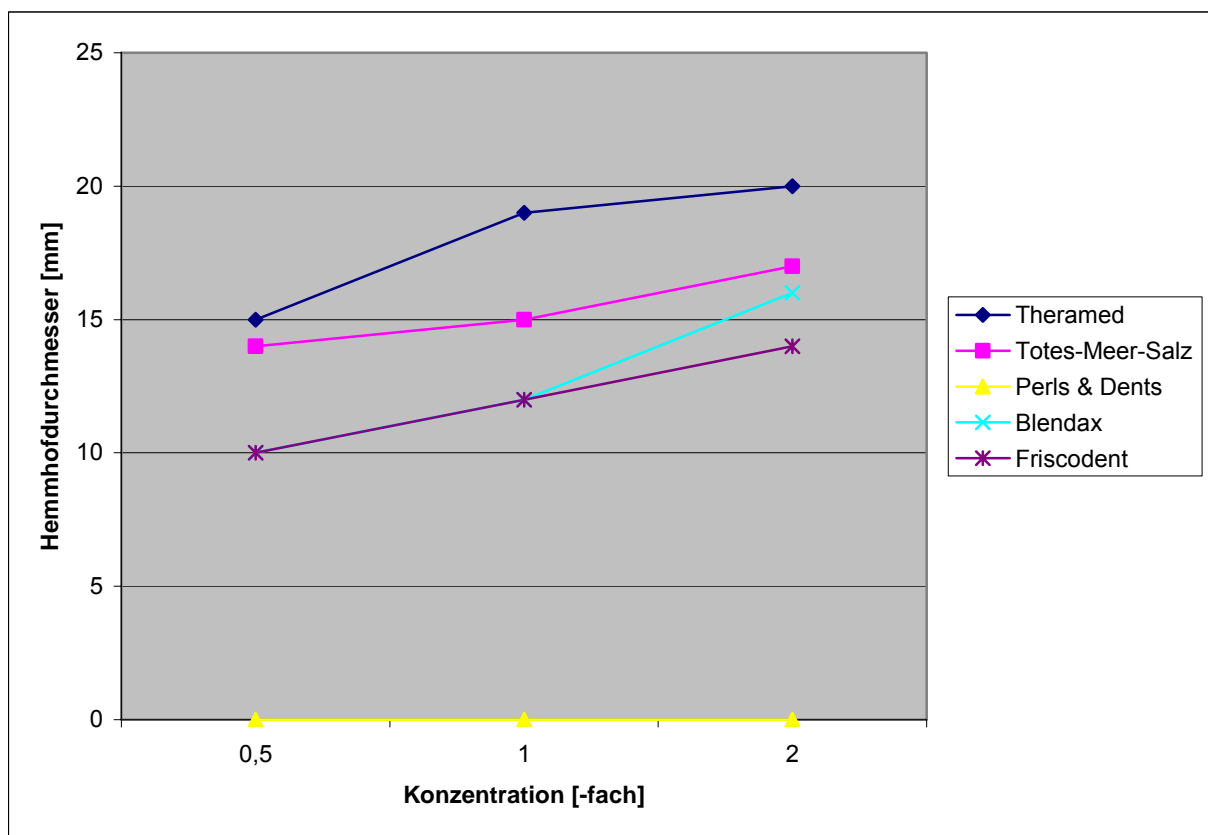


Abb. 1: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Streptococcus sanguis

Tabelle 2: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

<b>Zahnpasta</b>	<b>[0,5]</b>	<b>[1,0]</b>	<b>[2,0]</b>
elkadent	11	12	14
el-ce med	10	12	14
Totes-Meer-Salz	13	14	17
Pearls & Dents	0	0	0
Meridol	12	13	14
Dr. Best	12	12	13
Parodontax	14	12	17
Perlodent	12	14	15
Theramed	12	17	19
Dentagard	0	13	17
Elmex	9	10	9
Colgate	15	14	19
Signal	0	0	0
Perlweiß	9	0	0
Blendamed	0	0	12
Rotweiß	0	0	0
Blendax	11	11	13
Ajona	12	13	16
Friscodent	11	12	12
Mentadent	12	13	15
Sensodyne	0	0	0
Oral B Zendium	0	0	10

Bei Versuchsdurchführung mit der halben Gebrauchskonzentration konnte Colgate und Parodontax bereits eine gute Hemmwirkung entfalten, wobei die Produkte Pearls & Dents, Dentagard, Signal, Blendamed, Rotweiß, Sensodyne und Oral B Zendium keine zeigten.

Mit Verwendung der Gebrauchskonzentration konnte sich von diesen Marken nur Dentagard verbessern, wobei nun Theramed den größten Hemmhof bildete.

Bei Steigerung auf die doppelte Konzentration wurde S. sanguis von 77% der Zahn-

pasten gehemmt. Die beste Wirkung entfalteten Theramed und Colgate, nach wie vor keine Wirkung wurde bei den Produkten Pearls & Dents, Signal, Perlweiß, Rotweiß und Sensodyne festgestellt.

In Abb.2 werden nochmals die fünf interessantesten Hemmverläufe graphisch zusammengefasst dargestellt.

Auch hier konnte keine lineare Beziehung zwischen Konzentration und Hemmhofbildung festgestellt werden.

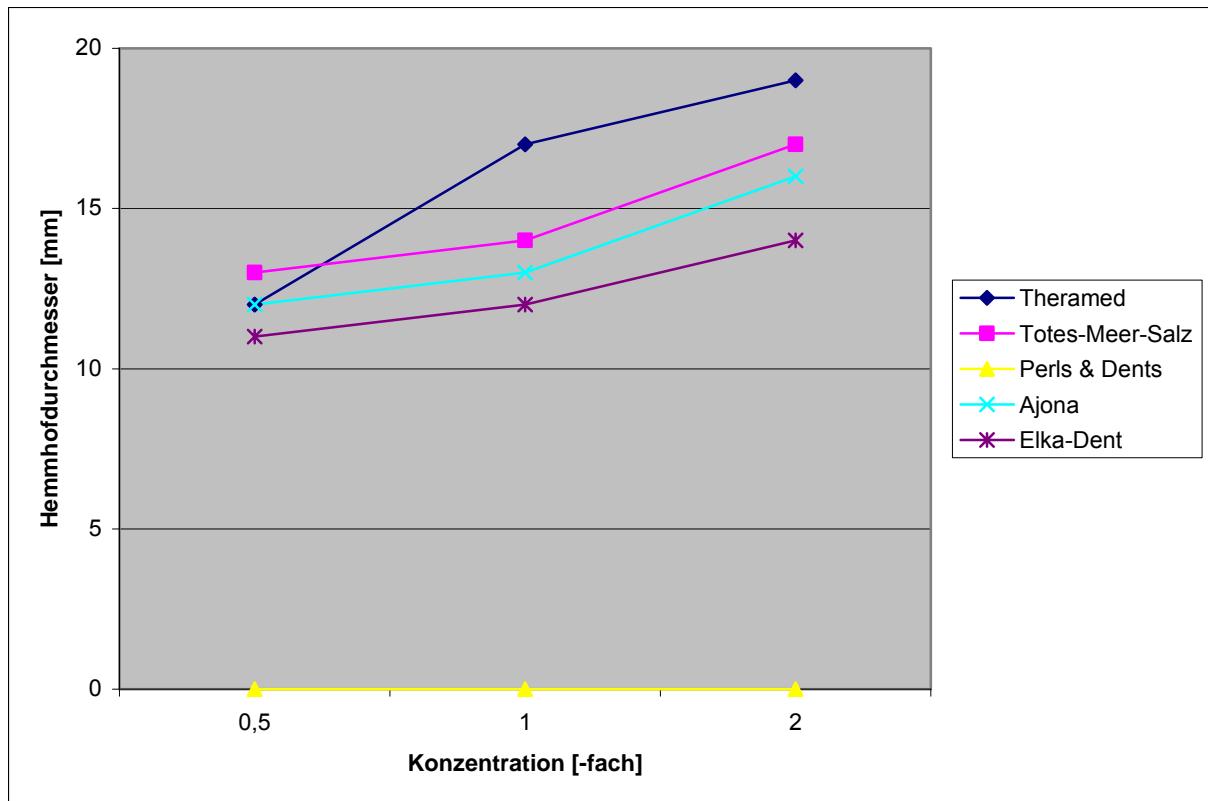


Abb. 2: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Streptococcus mutans

Tabelle 3: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

<b>Zahnpasta</b>	<b>[0,5]</b>	<b>[1,0]</b>	<b>[2,0]</b>
elkadent	13	15	18
el-ce med	12	15	18
Totes-Meer-Salz	15	17	18
Pearls & Dents	0	0	0
Meridol	15	16	14
Dr. Best	9	13	15
Parodontax	10	12	16
Perlodent	14	18	17
Theramed	16	21	23
Dentagard	10	17	22
Elmex	14	15	16
Colgate	15	20	24
Signal	0	0	24
Perlweiß	11	0	0
Blendamed	0	0	0
Rotweiß	0	13	0
Blendax	12	15	20
Ajona	11	13	15
Friscodent	11	13	17
Mentadent	15	17	19
Sensodyne	0	0	0
Oral B Zendium	0	9	12

Die Versuche mit der halben Gebrauchskonzentration führten wie bei den oben bereits beschriebenen Streptokokken zu einem sehr guten Ergebnis von Theramed. Auch hier enttäuschten die Marken Pearls & Dents, Signal, Blendamed, Rotweiß, Sensodyne und Oral B Zendium mit keinerlei Hemmung.

Auch bei Verwendung der Gebrauchskonzentration konnte Theramed das beste Ergebnis beibehalten und nur Oral B Zendium der oben erwähnten Pasten konnte ihre Wirkung auf dieses Bakterium verbessern.

Die größten Hemmhöfe unter doppelter Konzentration bildeten Colgate und Signal. Insgesamt zeigten auch hier 77% der Produkte eine hemmende Wirkung aus S. mutans.

In Abb.3 wurden wieder fünf Zahnpasten zur graphischen Darstellung ausgewählt. Eine lineare Beziehung zwischen Konzentration und Hemmhofbildung wurde nicht festgestellt.

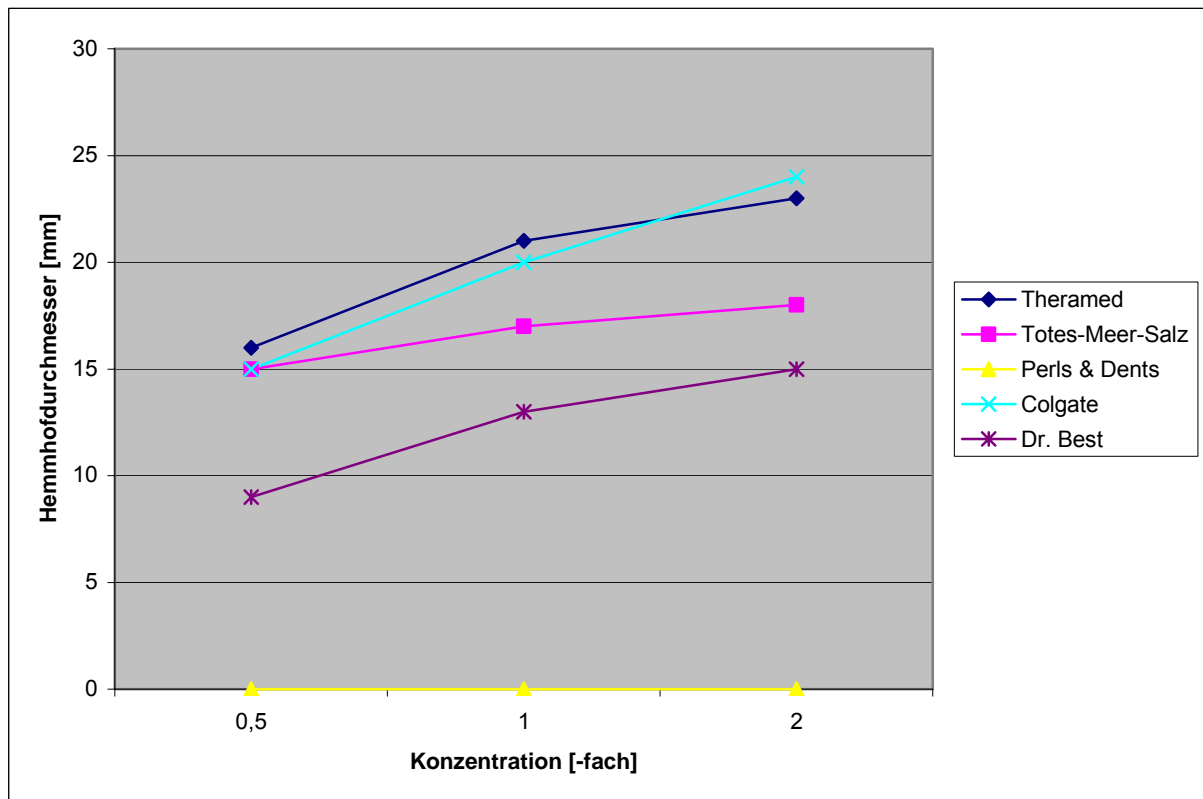


Abb. 3: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Candida albicans

Tabelle 4: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Zahnpasta	[0,5]	[1,0]	[2,0]
elkadent	0	0	0
el-ce med	0	0	0
Totes-Meer-Salz	0	10	12
Pearls & Dents	0	0	0
Meridol	0	0	12
Dr. Best	0	0	0
Parodontax	0	0	16
Perlodent	0	0	0
Theramed	0	0	10
Dentagard	0	0	0
Elmex	0	0	0
Colgate	0	0	11
Signal	0	10	15
Perlweiß	0	0	13
Blendamed	0	0	0
Rotweiß	0	0	10
Blendax	0	0	13
Ajona	0	0	0
Friscodent	0	0	11
Mentadent	0	0	0
Sensodyne	0	0	0
Oral B Zendium	0	0	0

Unter Verwendung der halben Gebrauchskonzentration konnte der Hefepilz von keiner Zahnpasta in seinem Wachstum gehemmt werden.

Und auch in der Gebrauchskonzentration konnten nur die Produkte Murnauers Totes- Meer- Salz Zahnpasta und Signal eine geringe Wirkung entfalten.

Selbst die Steigerung auf die doppelte Konzentration führte nur zu einer Hemmwirkung von 55% der Marken auf *C. albicans*. Die stärkste Hemmhofbildung wurde bei der Zahnpasta Parodontax beobachtet.



In folgender Abb. 4 wurden graphisch nochmals fünf Zahnpasten und ihre Hemmung dargestellt.

Eine lineare Beziehung zwischen Konzentration und Hemmhofbildung war nicht nachweisbar.

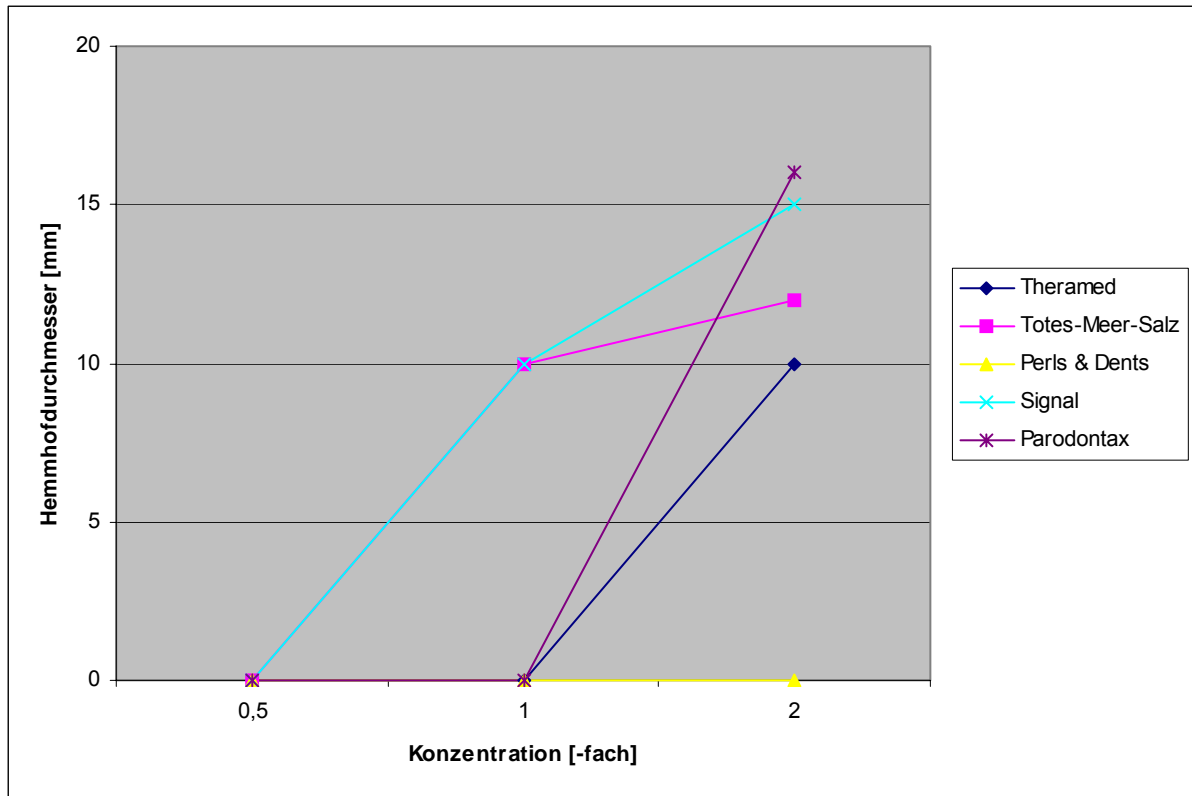


Abb. 4: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Enterococcus faecalis

Tabelle 5: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Zahnpasta	[0,5]	[1,0]	[2,0]
elkadent	0	0	0
el-ce med	0	0	12
Totes-Meer-Salz	0	11	12
Pearls & Dents	0	0	0
Meridol	12	10	11
Dr. Best	0	9	12
Parodontax	11	13	12
Perlodent	15	20	25
Theramed	0	9	11
Dentagard	0	0	9
Elmex	0	9	11
Colgate	0	10	12
Signal	0	0	11
Perlweiß	16	15	19
Blendamed	0	11	10
Rotweiß	0	9	10
Blendax	9	10	12
Ajona	0	11	12
Friscodent	0	10	11
Mentadent	0	9	12
Sensodyne	0	0	0
Oral B Zendium	0	0	0

Mit der halben Gebrauchskonzentration hemmten nur Meridol, Parodontax, Perlodent, Blendax und mit bestem Ergebnis Perlweiß das Wachstum von E. faecalis.

Besser war die Wirkung bei Verwendung der Gebrauchskonzentration, vor allem bei Perlodent. Nach wie vor unwirksam waren elkadent, el-ce med, Pearls & Dents, Dentagard, Signal, Sensodyne und Oral B Zendium.

82% der Zahnpasten wiesen allerdings bei Versuchsdurchführung mit doppelter Konzentration eine Hemmhofbildung gegenüber E. faecalis auf. Keinerlei Wirkung

wiesen elkadent, Pearls & Dents, Sensodyne und Oral B Zendium auf. Perlodent zeigte die stärkste Hemmwirkung.

Die fünf interessantesten Verläufe können wiederum in Abb. 5 graphisch nachvollzogen werden.

Eine lineare Beziehung zwischen Konzentration und Hemmhofbildung war wiederum nicht nachweisbar.

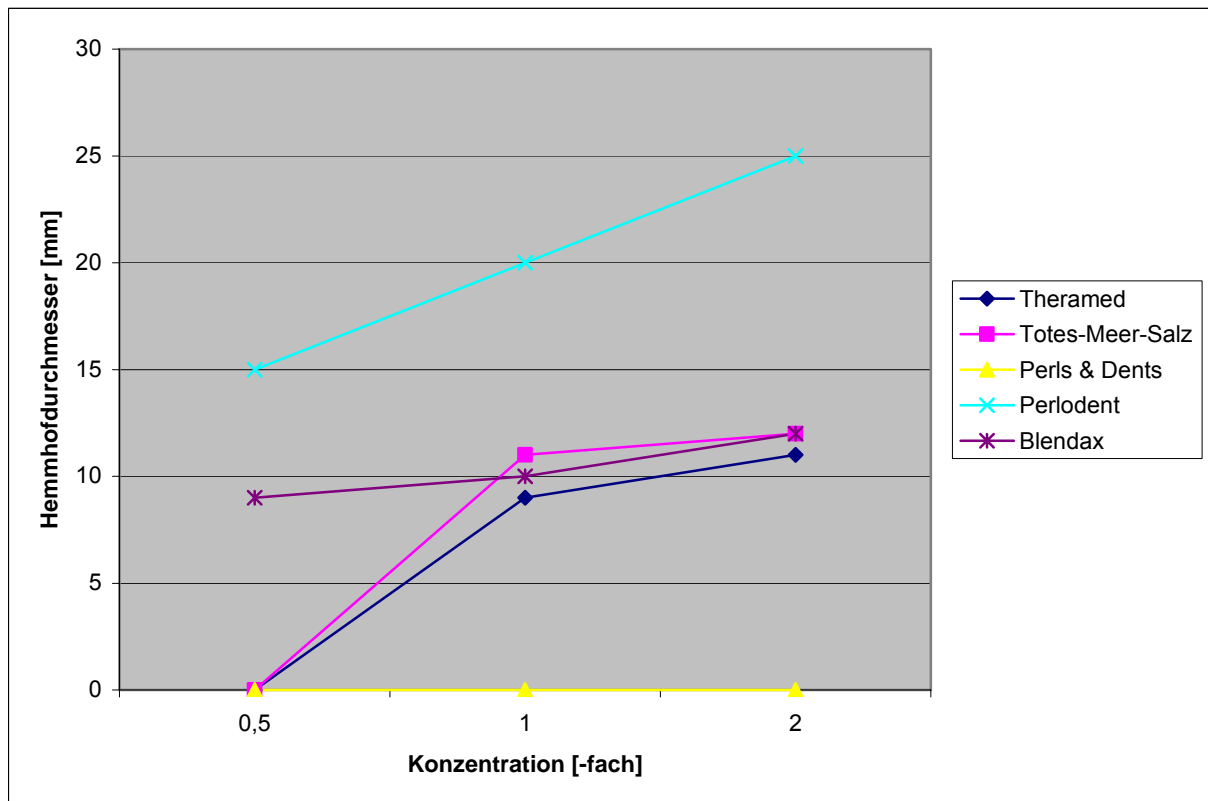


Abb. 5: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

Escherichia coli

Tabelle 6: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

<b>Zahnpasta</b>	<b>[0,5]</b>	<b>[1,0]</b>	<b>[2,0]</b>
elkadent	0	0	0
el-ce med	0	10	11
Totes-Meer-Salz	25	28	30
Pearls & Dents	0	0	0
Meridol	0	10	12
Dr. Best	0	0	0
Parodontax	0	11	16
Perlodent	0	10	12
Theramed	0	0	0
Dentagard	0	0	0
Elmex	0	0	0
Colgate	0	0	0
Signal	0	0	10
Perlweiß	0	0	11
Blendamed	0	0	0
Rotweiß	0	0	0
Blendax	0	0	0
Ajona	0	0	0
Friscodent	0	0	0
Mentadent	0	10	12
Sensodyne	0	0	0
Oral B Zendium	0	0	0

Nur Murnauers Totes-Meer-Salz Zahnpasta zeigte ausgesprochen gute Ergebnisse bereits bei Verwendung der halben Gebrauchskonzentration.

Bei Versuchsdurchführung mit Gebrauchskonzentration konnten fünf weitere Produkte (el-ce med, Meridol, Parodontax, Perlodent und Mentadent C) eine Wachstumshemmung erzeugen.

Mit doppelter Konzentration hemmten nur 36% der Produkte E. coli, hervorzuheben war die Wirkung Murnauers Totes-Meer-Salz Zahnpasta.

Abb. 6 stellt fünf Hemmverläufe graphisch dar.

Eine lineare Beziehung zwischen Konzentration und Hemmhofbildung konnte auch hier nicht nachgewiesen werden.

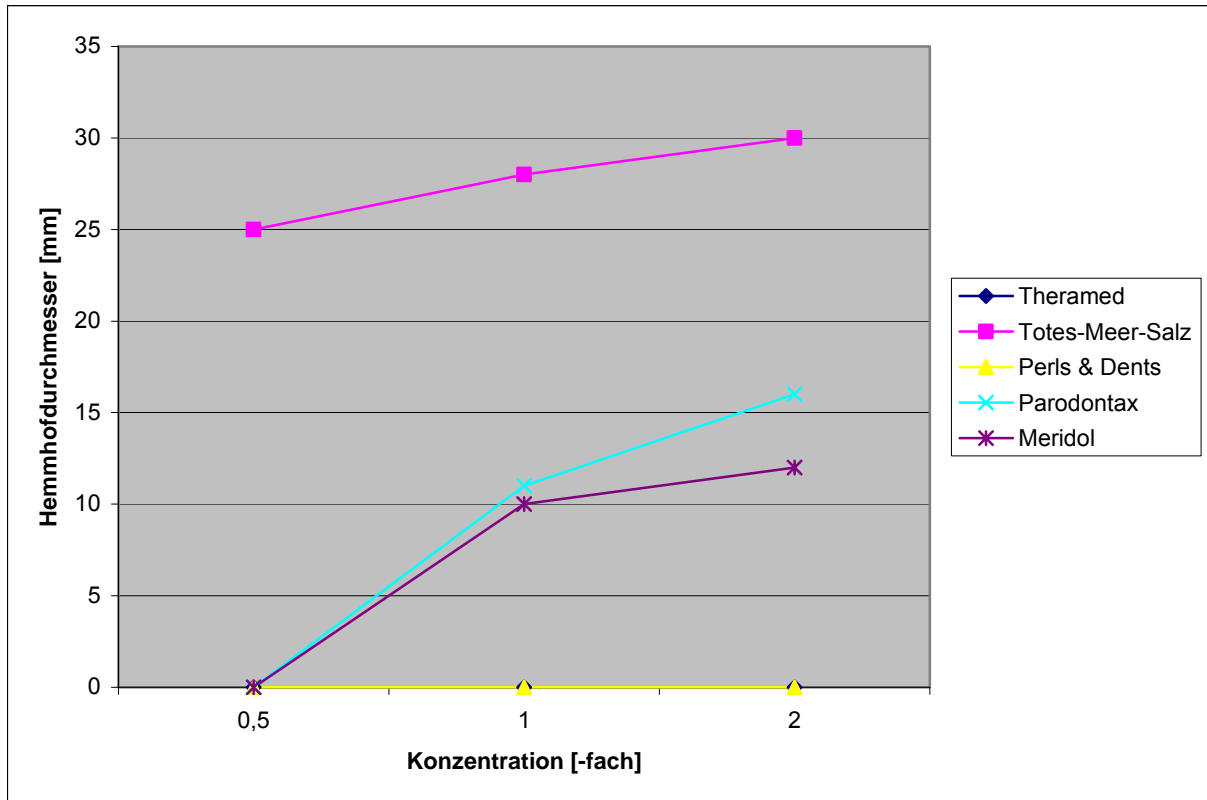


Abb. 6: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] in Abhängigkeit verschiedener Zahnpastakonzentrationen [-fach] im Agardiffusionsversuch

5.1.2. Tabellarischer Überblick zur Wirkung der ausgewählten Zahnpasten in der Gebrauchskonzentration gegenüber den Mikroorganismen im Agardiffusionsversuch

Tabelle 7:

Zahnpasta	S. salivarius	S. sanguis	S. mutans	C. albicans	E. faecalis	E. coli
elkadent	++	+	++	-	-	-
el-ce med	++	+	++	-	-	+
Totes-Meer-Salz	++	++	++	+	+	+++
Pearls & Dents	-	-	-	-	-	-
Meridol	+	++	++	-	+	+
Dr. Best	+	+	++	-	+	-
Parodontax	+	+	+	-	++	+
Perlodent	++	++	+++	-	+++	+
Theramed	+++	++	+++	-	+	-
Dentagard	++	++	++	-	-	-
Elmex	+	+	++	-	+	-
Colgate	+++	++	+++	-	+	-
Signal	-	-	-	+	-	-
Perlweiß	-	-	-	-	++	-
Blendamed	-	-	-	-	+	-
Rotweiß	-	-	++	-	+	-
Blendax	+	+	++	-	+	-
Ajona	++	++	++	-	+	-
Friscodent	+	+	++	-	+	-
Mentadent	++	++	++	-	+	+
Sensodyne	-	-	-	-	-	-
Oral B Zendium	-	-	+	-	-	-

Legende: siehe nächste Seite

Um einen umfassenden Überblick über die Wirkung aller Zahnpasten auf die ausgewählten Mikroorganismen zu geben, erfolgte in der oben aufgeführten Tabelle eine Einteilung der Ergebnisse in folgende Kategorien:

<b>Hemmhofdurchmesser</b>	<b>Symbol</b>	<b>Bedeutung</b>
0 – 8 mm	-	Keine Wirkung
9 – 12 mm	+	Schwache Wirkung
13 – 17 mm	++	Gute Wirkung
> 17 mm	+++	Sehr gute Wirkung

Die Definition der einzelnen Wirkungsbereiche erfolgte subjektiv.

## 5.2. Ergebnisse der Reihenverdünnungstests

### 5.2.1. Antibakterieller Effekt der Zahnpasten

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Keimzahlbestimmungen nach den Bouillon- Reihenverdünnungstests gegliedert nach Zahnpasten verbal und tabellarisch aufgeführt. Die graphische Darstellung der Einzelergebnisse findet sich im Anhang Abb.139-316.

In den folgenden Tabellen 8-29 erfolgte die Einteilung der Wirkungsbereiche wie folgt:

<b>Symbol</b>	<b>Bedeutung</b>
-	Keine Wirkung
+	Wachstumshemmung
++	Abtötung, jedoch Restkeime vorhanden
+++	Vollständige Abtötung, keine Restkeime



elkadent

Tabelle 8: Wirkung der Zahnpasta elkadent in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>elkadent</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	++	++
S. mutans	++	++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	++	++
P. aeruginosa	+	++

elkadent führte bei C. albicans, E. faecalis und E. coli bereits in der Gebrauchskonzentration zu einem vollständigen Abtöten der eingebrachten Mikroorganismen. Sowohl die Streptokokken als auch S. aureus wurden ebenfalls nahezu vollständig abgetötet, lediglich P. aeruginosa konnte unter Verwendung der Gebrauchskonzentration nur eine Wachstumshemmung nachgewiesen werden. Die Verwendung der doppelten Konzentration jedoch führte zu einer Verringerung der Ausgangskeimzahl (vgl. Abb.:139-146).

el-ce med

Tabelle 9: Wirkung der Zahnpasta el-ce med in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>el-ce med</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	++	++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	++	++

Bei Versuchsdurchführung mit dem Produkt el-ce med konnten ebenfalls bei Verwendung der Gebrauchskonzentration die S. sanguis und mutans, sowie E. faecalis, E. coli und S. aureus vollständig abgetötet werden. Auch die Ausgangskeimzahlen von S. salivarius, C. albicans und P. aeruginosa wurden sowohl mit der Gebrauchskonzentration als auch mit der doppelten Konzentration beträchtlich reduziert (vgl. Abb.: 147-154).

Totes-Meer-Salz Zahncreme

Tabelle 10: Wirkung der Zahnpasta Totes-Meer-Salz Zahncreme in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Totes-Meer-Salz</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	+++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	+	+

Dieses Produkt konnte bereits bei Verwendung der einfachen Konzentration alle Keimgruppen außer P. aeruginosa vollständig abtöten. Diesen Keim jedoch konnte die Zahnpasta auch in der doppelten Konzentration nur in seinem Wachstum hemmen (vgl. Abb.: 155-162)

Pearls & Dents

Tabelle 11: Wirkung der Zahnpasta Pearls & Dents in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Pearls &amp; Dents</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	++	++
E. faecalis	++	++
E. coli	++	++
S. aureus	++	++
P. aeruginosa	+	+

Pearls & Dents wies bei S. sanguis und S. mutans eine vollständige Keimreduktion auf. Die Reduktion der Keimzahlen von S. salivarius, E. faecalis, E. coli und S. aureus ist ebenfalls beträchtlich, schwächer ausgeprägt jedoch bei C. albicans.

Das Produkt konnte bei P. aeruginosa nur eine geringe Wachstumshemmung bewirken (vgl. Abb.: 163-170)

Meridol

Tabelle 12: Wirkung der Zahnpasta Meridol in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Meridol</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	+++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	++	++
P. aeruginosa	-	++

Meridol tötete alle Keime aus der Gruppe der Streptokokken, C. albicans, E. coli und E. faecalis bereits in der Gebrauchskonzentration ab. Nahezu vollständig wurde auch die Keimzahl von S. aureus reduziert. Bei P. aeruginosa konnte auch unter Verwendung der doppelten Konzentration nur eine schwache Reduktion nachgewiesen werden (vgl. Abb.: 171-178)

Dr. Best

Tabelle 13: Wirkung der Zahnpasta Dr. Best in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Dr. Best</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	+	++

Eine vollständig keimreduzierende Wirkung hatte das Produkt Dr. Best auf S. mutans und S. sanguis, C. albicans, E. faecalis, E. coli und S. aureus, auf S. salivarius erst bei Verwendung der doppelten Konzentration. Das Wachstum von P. aeruginosa wurde mithilfe der Gebrauchskonzentration nur gering gehemmt; eine schwache Keimreduktion war nach Applikation der doppelten Konzentration nachweisbar (vgl. Abb.: 179-186).

Parodontax

Tabelle 14: Wirkung der Zahnpasta Parodontax in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Parodontax</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	+++	+++

Parodontax konnte eine vollständige Abtötung aller Keimgruppen unter Verwendung der Gebrauchskonzentration aufweisen, lediglich bei S. salivarius überlebte eine geringe Zahl selbst nach Anwendung der doppelten Konzentration (vgl. Abb.: 187-195).

Perlodent

Tabelle 15: Wirkung der Zahnpasta Perlodent in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Perlodent</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	+	+

Durch Perlodent konnte eine vollständige Keimreduktion der meisten Arten erreicht werden, nur bei S. salivarius überlebte eine geringe Restzahl.

P. aeruginosa konnte auch bei Verwendung der doppelten Konzentration nur gering in seinem Wachstum gehemmt werden (vgl. Abb.: 196-203)



Theramed

Tabelle 16: Wirkung der Zahnpasta Theramed in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Theramed</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	-	+

Theramed wirkte in der Gebrauchskonzentration bakterizid gegenüber S. sanguis und S. mutans, E. faecalis, S. aureus und in der doppelten Konzentration auch gegenüber C. albicans und E. coli. S. salivarius wurde ebenfalls nahezu vollständig reduziert.

Theramed konnte gegenüber P. aeruginosa keine befriedigende Wirkung erzielen und erst in der doppelten Konzentration eine schwache Wachstumshemmung aufweisen (vgl. Abb.: 204-211).

Dentagard

Tabelle 17: Wirkung der Zahnpasta Dentagard in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Dentagard</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	+++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	++	++

Dentagard tötete alle Mikroorganismen bereits unter Verwendung der einfachen Konzentration ab. Bei P. aeruginosa konnte Dentagard nur eine Wachstumshemmung bewirken (vgl. Abb.: 212-219).

Elmex

Tabelle 18: Wirkung der Zahnpasta Elmex in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Elmex</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	+++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	+	+

Die Zahnpasta Elmex reduzierte ebenfalls alle Mikroorganismen außer P. aeruginosa völlig. Hier jedoch ergab sich nur eine schwache Hemmung des Wachstums (vgl. Abb.: 220-227).

Colgate

Tabelle 19: Wirkung der Zahnpasta Colgate in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Colgate</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	+++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	++	++

Colgate erreichte ein entsprechendes Ergebnis wie Dentagard und Elmex; auch dieses Produkt reduzierte die Keimzahlen von P. aeruginosa nur geringfügig (vgl. Abb.: 228-235).

Signal

Tabelle 20: Wirkung der Zahnpasta Signal in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Signal</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	+++
S. aureus	++	+++
P. aeruginosa	++	++

Die Zahnpasta Signal konnte bereits in der Gebrauchskonzentration S. sanguis und S. mutans, C. albicans und E. faecalis vollständig abtöten. S. aureus und E. coli konnten erst bei Verwendung der doppelten Konzentration vollständig eliminiert werden, wobei auch die einfache Konzentration die Ausgangskeimzahl beträchtlich reduzierte. S. salivarius wurde durch Signal ebenfalls zum Teil abgetötet, auch die doppelte Konzentration führte nicht zu einem völligen Absterben. Die schwächste Wirkung entwickelte Signal gegenüber P. aeruginosa, die Keimzahl konnte durch die Gebrauchskonzentration nicht einmal halbiert werden, erst die doppelte Konzentration zeigte deutliche Wirkung (vgl. Abb.: 236-243).

Perlweiß

Tabelle 21: Wirkung der Zahnpasta Perlweiß in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Perlweiß</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	+++
S. aureus	++	+++
P. aeruginosa	+	+

Perlweiß reduzierte ebenfalls bereits in der Gebrauchskonzentration S. sanguis und S. mutans sowie E. faecalis. Mehr als die Hälfte der Ausgangskeimzahl konnte sie mit der einfachen Konzentration bei C. albicans, E. coli und S. aureus eliminieren; bei diesen Keimen erfolgte die vollständige Elimination unter Verwendung der doppelten Konzentration. Die Keimzahl von S. salivarius konnte erheblich reduziert werden, die Anwendung der doppelten Konzentration tötete S. salivarius nicht vollständig ab. Perlweiß war nicht in der Lage P. aeruginosa abzutöten. Hier konnte unter Verwendung beider Konzentrationen nur eine Wachstumshemmung nachgewiesen werden (vgl. Abb.: 244-251).

Blendamed

Tabelle 22: Wirkung der Zahnpasta Blendamed in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Blendamed</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	++
S. aureus	++	+++
P. aeruginosa	+	++

Blendamed eliminierte mit der Gebrauchskonzentration vollständig S. sanguis und S. mutans, C. albicans und E. faecalis. Nahezu vollständig wurde die Ausgangskeimzahl von S. aureus bei Verwendung der doppelten Konzentration abgetötet. Bei S. salivarius und E. coli konnte zwar eine starke bakterizide Wirkung in beiden Konzentrationen erreicht werden, jedoch keine vollständige Abtötung. Das Produkt hemmte in der Gebrauchskonzentration das Wachstum von P. aeruginosa, bei doppelter Konzentration konnte sogar ein teilweises Absterben beobachtet werden (vgl. Abb.: 252-260).

Rotweiß

Tabelle 23: Wirkung der Zahnpasta Rotweiß in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Rotweiß</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	++	++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	+	-

Rotweiß erreichte in der Gebrauchskonzentration bei S. sanguis, S. mutans, E. faecalis und S. aureus bakterizide Wirkung. Keinerlei Abtötung mit beiden Konzentrationen, jedoch eine zum Teil ausgeprägte Reduktion der Ausgangskeimzahlen, konnte bei S. salivarius, C. albicans und E. coli beobachtet werden (vgl. Abb.:261-268). P. aeruginosa wurde von Rotweiß kaum in seinem Wachstum gehemmt.



Blendax

Tabelle 24: Wirkung der Zahnpasta Blendax in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Blendax</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	++	++

Blendax zeigte insgesamt eine ausgezeichnete Wirkung gegenüber allen Keimgruppen. S. sanguis, S. mutans, C. albicans, E. faecalis, E. coli und S. aureus starben vollständig ab. P. aeruginosa überlebte nach Applikation der doppelten Konzentration nicht. Bei S. salivarius überlebte ein zu vernachlässigender Restbestand der Bakterien (vgl. Abb.: 269-276).

Ajona

Tabelle 25: Wirkung der Zahnpasta Ajona in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Ajona</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	+++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	+++
S. aureus	+++	+++
P. aeruginosa	-	++

Ajona tötete in beiden Konzentrationen S. sanguis, S. mutans, C. albicans, E. faecalis und S. aureus ab. Erst mit der doppelten Konzentration konnten auch S. salivarius und E. coli eliminiert werden. Keine Wirkung bestand gegenüber P. aeruginosa unter Verwendung der einfachen Konzentration, die doppelte verzeichnete eine stark keimtötende Wirkung (vgl. Abb.: 277-284).

Friscodent

Tabelle 26: Wirkung der Zahnpasta Friscodent in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Friscodent</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	++	++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	++	++
S. aureus	++	+++
P. aeruginosa	+	+

Friscodent tötete alle Keime von S. sanguis, S. mutans sowie E. faecalis bereits in der Gebrauchskonzentration ab. Bei S. aureus war dazu die doppelte Konzentration notwendig. S. salivarius, E. coli und C. albicans konnten stark reduziert, jedoch nicht völlig abgetötet werden. P. aeruginosa wurde von Friscodent nur bedingt in seinem Wachstum gehemmt (vgl. Abb.: 285-292).

Mentadent

Tabelle 27: Wirkung der Zahnpasta Mentadent in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Mentadent</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	+++	+++
C. albicans	+++	+++
E. faecalis	+++	+++
E. coli	+++	+++
S. aureus	++	+++
P. aeruginosa	+	++

Mentadent zeigte eine durchweg gute Wirkung. S. sanguis, S. mutans, C. albicans, E. faecalis und E. coli wurden bereits in der Gebrauchskonzentration vollständig abgetötet, lediglich bei S. aureus war dazu die doppelte Konzentration notwendig. S. salivarius wurde nahezu eliminiert, die überlebende Keimzahl war sehr gering. Mentadent war nicht in der Lage, P. aeruginosa völlig zu eliminieren. In der Gebrauchskonzentration konnte nur eine Wachstumshemmung erreicht werden, bei doppelter Konzentration erfolgte zwar eine starke Verringerung der Keimwerte aber keine völlige Elimination (vgl. Abb.:293-300).

Sensodyne

Tabelle 28: Wirkung der Zahnpasta Sensodyne in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Sensodyne</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
S. salivarius	++	++
S. sanguis	+++	+++
S. mutans	++	+++
C. albicans	++	++
E. faecalis	++	++
E. coli	+++	+++
S. aureus	++	++
P. aeruginosa	++	+++

Sensodyne zeigte insgesamt eine schwache Wirkung. S. sanguis und E. coli wurden vollständig abgetötet, nach Applikation der doppelten Konzentration auch S. mutans und P. aeruginosa. Sensodyne wirkte nur schwach auf S. salivarius und C. albicans. Bei E. faecalis und S. aureus wurde ein Großteil der Keime eliminiert (vgl. Abb.: 301-308).

Oral B Zendium

Tabelle 29: Wirkung der Zahnpasta Oral B Zendium in zwei verschiedenen Konzentrationen auf die ausgewählten Mikroorganismen

<b>Oral B Zendium</b>	Gebrauchskonzentration	Doppelte Konzentration
<i>S. salivarius</i>	-	++
<i>S. sanguis</i>	++	++
<i>S. mutans</i>	++	++
<i>C. albicans</i>	++	++
<i>E. faecalis</i>	+	++
<i>E. coli</i>	++	+++
<i>S. aureus</i>	++	++
<i>P. aeruginosa</i>	++	++

Keine einzige Keimgruppe konnte in der Gebrauchskonzentration durch Oral B Zendium völlig eliminiert werden und unter Verwendung der doppelten Konzentration gelang das lediglich bei *E. coli*. Eine Reduktion der Ausgangskeimzahl konnte wenigstens bei *S. sanguis*, *S. mutans*, *C. albicans*, *S. aureus* und *P. aeruginosa* erreicht werden. *E. faecalis* wurde in der Gebrauchskonzentration nur in seinem Wachstum gehemmt, die doppelte Konzentration führte zu einem geringen Absterben (vgl. Abb.: 309-316).

5.2.2. Tabellarischer Überblick über die Wirkung der ausgewählten Zahnpasten in der Gebrauchskonzentration gegenüber den Mikroorganismen im Reihenverdünnungstest

Tabelle 30:

Zahnpasta	S. salivarius	S. sanguis	S. mutans	C. albicans	E. faecalis	E. coli	S. aur.	P. aerug.
elkadent	++	++	++	+++	+++	+++	++	+
el-ce med	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	++
Totes- Meer-Salz	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Pearls & Dents	++	+++	+++	++	++	++	++	+
Meridol	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
Dr. Best	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Parodontax	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Perlodent	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Theramed	++	+++	+++	++	+++	++	+++	-
Dentagard	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Elmex	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Colgate	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Signal	++	+++	+++	+++	+++	++	++	++
Perlweiß	++	+++	+++	++	+++	++	++	+
Blendamed	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
Rotweiß	++	+++	+++	++	+++	++	+++	+
Blendax	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Ajona	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	-
Friscodent	++	+++	+++	++	+++	++	++	+
Mentadent	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+
Sensodyne	++	+++	++	++	++	+++	++	++
Oral B Z.	-	++	++	++	+	++	++	++

## 6. Diskussion

### 6.1. Diskussion zur Versuchsdurchführung

Mittels zweier verschiedener Untersuchungsmethoden wurde die antimikrobielle Wirkung von 22 Zahnpasten untersucht.

Der Agardiffusionstest sollte als Vorversuch dienen, um nachzuprüfen, ob grundsätzlich antimikrobielle Effekte vorhanden sind und in wieweit das Starten des aufwändigeren Bouillon-Reihenverdünnungstests sinnvoll ist. Die Ergebnisse des Agardiffusionstests sollten als Orientierungshilfe herangezogen werden, um den Umfang der weiteren Untersuchung festzulegen. Durch ihn konnten ausgewählte Materialien und Methoden auf ihre grundsätzliche Eignung für die Untersuchung der antimikrobiellen Wirkung von Zahnpasten geprüft werden.

Mikroorganismen wurden so ausgesucht, dass sie den folgenden Kriterien entsprechen:

Sie sollten gut auf Agarböden anzüchtbar sein, teils der transienten, teils der residenten Mundhöhlenflora angehören. Es sollten sowohl Bakterien, als auch Pilze in die Untersuchung einbezogen werden. Die oralen Streptokokken nehmen dabei aufgrund ihres kariogenen Potentials eine besondere Stellung ein, wenn es darum geht, Zahnpasten in ihrer antimikrobiellen Wirkungsweise zu untersuchen.

Aufgrund geeigneter Vorgehensweise und positiver Versuchsergebnisse im Agardiffusionstest folgte der Bouillon-Reihenverdünnungstest, durch den quantitative Aussagen über die Wirksamkeit der Zahnpasten und eine bessere visuelle Darstellung ermöglicht werden sollten.

Zur Orientierung für die Planung der Versuche dienten die „Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsmittel“ (5). Ziel war es dabei nicht, die Zahnpasten den Desinfektionsmitteln gleichzusetzen, sondern eine standardisierte Vorgehensweise zu garantieren.



## 6.2. Diskussion der Versuchsergebnisse

### 6.2.1. Agardiffusionstest

#### 6.2.1.1. Bewertung der Wirksamkeit der getesteten Zahnpasten auf die verschiedenen Keime

Die im Folgenden angegebenen Wertungen folgen dem im Ergebnisteil angegebenen Wertungsschema (Tabelle 7).

Dass es Zahnpasten gibt, die eine antimikrobielle Wirkung besitzen, konnte mit Hilfe des Agardiffusionsversuches nachgewiesen werden. Verdeutlicht wurde dies durch die unterschiedlich große Ausbildung von Hemmhöfen. Dieser Versuch spiegelt weniger den Wirkungsgrad als vielmehr eine antimikrobielle Wirkung an sich wider. Trotzdem kann aufgrund unterschiedlicher Hemmhofdurchmesser ein Vergleich hinsichtlich besserer bzw. schlechterer Keimhemmung stattfinden, jedoch ohne metrisch relevante Wertung.

Die Zahnpasten wurden auf ihre Wirkung bei oralen Streptokokken, Enterobakterien und einer Candidaspezies untersucht.

Betrachtet man zuerst die Ergebnisse bei Verwendung der Gebrauchskonzentration, kann folgendes festgestellt werden: Mehr als die Hälfte der Produkte führten zu einer Wachstumshemmung bei den oralen Streptokokken. Speziell bei *S. mutans* waren es sogar 77%. Ganz anders verhielt es sich hingegen bei *C. albicans*. Nur Signal und Totes-Meer-Salz waren im Stande das Candidawachstum einzudämmen. Eine Art Zwischenstellung nahmen die Enterobakterien ein. Rund 2/3 der ausgewählten Produkte hemmten das Wachstum von *E. faecalis*. Weil die Hemmhöfe jedoch kleiner ausgefallen waren, als bei den oralen Streptokokken, kann davon ausgegangen werden, dass die Keimreduktion in einem geringeren Maße erfolgte. Bei *E. coli* trifft eine Hemmung nur noch auf ca. 1/4 der Zahnpasten zu.

Durch eine Erhöhung der Konzentration ließ sich bei einem Großteil der Zahnpasten eine Steigerung der antibakteriellen Wirkung erzielen. So bildeten ca. 2/3 der Zahnpasten bei den oralen Streptokokken und bei *E. faecalis* größere Hemmhöfe aus, wenn die Konzentration anstieg. Bei *C. albicans* ließ sich ein antimikrobieller Effekt bei weiteren acht Zahnpasten erreichen, wenn man deren Konzentration verdoppelte. Damit waren es bei *C. albicans* nur knapp die Hälfte aller Pasten, die diese Abhängigkeit von Konzentration und Wirkung widerspiegeln. Die Hemmhofdurchmesser lagen dabei im Durchschnitt unter denen der oralen Streptokokken. Keinen Zusammenhang zwischen Konzentration und Keimreduktion ließen ca. 2/3 der Zahnpasten bei *E. coli* erkennen. Ein Vergleich beider letztgenannter Keimarten zeigte, dass in der Gebrauchskonzentration *E. coli* durch eine größere Anzahl von Zahnpasten gehemmt wurde als *C. albicans*. Verdoppelte man jedoch die Konzentration der Zahnpasten, so überstieg die Menge, welche *C. albicans* hemmte, die von *E. coli*.

#### 6.2.1.2. Bewertung der Produkte

In der Gebrauchskonzentration lassen sich die Zahnpasten in vier verschiedene Gruppen einteilen, was ihre Wirkungsweise bei den oralen Streptokokken betraf. In die erste Gruppe fallen Pearls & Dents, Parodontax, Signal, Perlweiß, Blendax, Sensodyne und Oral B Zendium, die keine oder nur eine geringe Hemmung des Keimwachstums bewirkten. Zieht man die Ergebnisse bei halber und doppelter Konzentration dazu, so waren in dieser Gruppe nur Signal, Parodontax und Perlweiß in der Lage auch gute Werte zu erreichen. Perlweiß nimmt dabei eine Sonderstellung ein, da sie nur bei halber Konzentration eine schwache bis gute Wirkung zeigte. Dieses Paradoxon ist evtl. auf eine negative Beeinflussung des Diffusionsverhaltens bei höheren Konzentrationen, d.h. einer visköseren Suspension zurückzuführen. Ein Fehler bei der Versuchsdurchführung ist durch das regelmäßige Auftreten bei allen drei Streptokokkenarten und dem zweimaligen Durchführen des Tests unwahrscheinlich.

Zur zweiten Gruppe gehören Murnauer Totes-Meer-Salz, Dentagard, Ajona stomaticum und Mentadent C. Sie wiesen bei den drei Streptokokkenspezies kontinuierlich gute Ergebnisse auf. Dentagard und Mentadent C konnten bei Verdopplung der Konzentration sogar sehr gute Werte bei *S. salivarius* und *S. mutans* erreichen. Thera-med und Colgate sollen der dritten Gruppe zugeteilt werden, die durchgehend die besten Ergebnisse erzielt haben und damit in der Gebrauchskonzentration das größ-

te kariesprotektive Potential aufwiesen. In die vierte Gruppe zählen alle anderen Zahnpasten, die je nach Konzentration und Keim, schwache bis sehr gute Wirkungen erreicht haben, aber keiner der vorher genannten Gruppen zugeteilt werden können. Perlodent tendiert dabei in Richtung der besser wirksamen Zahnpasten, Rotweiß dagegen ist an der Grenze zu Gruppe 1 einzuordnen. Auffällig ist, dass deutlich mehr Zahnpasten in doppelter Konzentration bei *S. mutans* einen Hemmhof  $> 17$  mm (was einer sehr guten Wirkung gleich kommt) erreicht haben, als bei den anderen Streptokokken. Dazu gehören elkadent, el-ce med, Totes-Meer-Salz, Perlodent, Signal, Blendax und Mentadent C.

Bei den Enterobakterien und bei *C. albicans* sieht die Verteilung anders aus. Theramed und Colgate verzeichneten bei *E. faecalis* und *C. albicans* nur noch eine schwache Hemmwirkung, bei *E. coli* gar keine mehr. Parodontax blieb hingegen in doppelter Konzentration bei guter Wirkungsweise, bei *E. faecalis* reichte schon die Gebrauchskonzentration für den gleichen Effekt aus. Perlweiß und Perlodent sind die Zahnpasten, die bei *E. faecalis* ihre Werte verbessern konnten und sich dort als die wirksamsten Zahnpasten erwiesen.

Murnauer Totes-Meer-Salz-Zahnpasta war besonders wirkungsvoll gegen *E. coli*. Selbst bei halber Konzentration war der Hemmhofdurchmesser bereits größer als bei Theramed und Colgate in doppelter Konzentration bei den Streptokokken. Auch bei der Prüfung der Hemmung des Candidawachstums zeigte Totes-Meer-Salz neben Signal eine gute Wirkung bei doppelter Konzentration. Die übrigen Zahnpasten verzeichneten nur einen schwachen bzw. keinen antibakteriellen Effekt.

Zusammenfassend lässt sich herausstellen, dass Murnauer Totes-Meer-Salz Zahnpasta in der Gebrauchskonzentration die einzige war, die alle getesteten Keime in ihrem Wachstum hemmen konnte. Pearls & Dents hingegen zeigte im Agardiffusionstest generell keine antibakterielle Wirkung.

### 6.2.1.3. Bewertung des Resistenzverhaltens gegenüber den Zahnpasten

Im Agardiffusionstest bildeten die oralen Streptokokken eine Gruppe von Keimen, die ein geringes Resistenzverhalten gegenüber den getesteten Zahnpasten aufzeigten.

*S. mutans* ließ sich in seinem Wachstum dabei am besten eindämmen.

Die Resistenz von *E. faecalis* ähnelte der von den oralen Streptokokken. Nur bei der Testung von vier Zahnpasten (Elkadent, Pearls & Dents, Sensodyne, Oral B Zendingum) wurde überhaupt keine Hemmwirkung bei *E. faecalis* festgestellt. Bei allen anderen ist das Resistenzverhalten im Durchschnitt geringfügig höher ausgebildet als bei den drei Streptokokkenspezies.

*E. coli* und *C. albicans* hingegen besaßen bei über der Hälfte der Zahnpasten, die untersucht wurden, eine absolute Resistenz. Hervorgehoben werden muss, dass erst in doppelter Konzentration einige Zahnpasten in der Lage waren dieses Resistenzverhalten zu überwinden. Ausgenommen davon waren Murnauer Totes-Meer-Salz und Signal bei *C. albicans*, sowie el-ce med, Meridol, Parodontax, Perlodent, Mentadent C und Murnauer Totes-Meer-Salz bei *E. coli*, die schon bei Gebrauchskonzentration Hemmhöfe ausbildeten. Elkadent, Pearl & Dents, Dr. Best, Dentagard, Elmex, Blendamed, Ajona stomaticum, Sensodyne und Oral B Zendingum sind die Produkte, denen gegenüber beide Spezies absolute Resistenz aufwiesen.

Vergleicht man die oralen Streptokokken mit dem resistenteren *C. albicans*, so lassen sich selbst mit doppelter Gebrauchskonzentration von Murnauer Totes-Meer-Salz, Meridol, Theramed, Colgate und Friscodent nicht die Hemmhofdurchmesser erreichen, die sie in der Gebrauchskonzentration durchschnittlich bei den Streptokokken bewirkten. Bei *E. coli* trifft gleiches auf Mentadent C, Perlodent und ebenfalls auf Meridol zu.

## 6.2.2. Bouillon-Reihenverdünnungstest

### 6.2.2.1. Bewertung der quantitativen Wirkung der getesteten Zahnpasten auf die verschiedenen Keime

Die im Folgenden angegebenen Wertungen folgen dem im Ergebnisteil angegebenen Wertungsschema (Tabelle 30).

Zuerst soll auf die antimikrobielle Wirkung bei den Streptokokken eingegangen werden.

Mit Ausnahme zweier Zahnpasten (Oral B, Sensodyne) konnte jedes der getesteten Produkte bereits in der Gebrauchskonzentration *S. sanguis* und *S. mutans* abtöten. Ca. 82% der Zahnpasten waren hingegen nicht im Stande, gleiches bei *S. salivarius* zu bewirken. Zwar war die Überlebensrate im Allgemeinen mit kleiner 15% (7 von den 18 Zahnpasten unter 1%) sehr gering, ein Abtöten der Keime durch die Verdopplung der Gebrauchskonzentration jedoch nur einer Zahnpasta gelungen (Dr. Best). Einen bakteriziden Effekt bei jeder der drei Streptokokkenspezies konnten nur 4 der 22 Zahnpasten zeigen.

Wie bei den beiden erstgenannten Streptokokkenspezies gelang es fast allen von uns ausgesuchten Produkten auch *E. faecalis* abzutöten. Nur Pearls & Dents und Sensodyne hinterließen Restkeime.

*C. albicans* wurde von mehr als 50% der Pasten bei Verwendung der Gebrauchskonzentration eliminiert. Die andere Hälfte konnte mehr oder weniger stark die Keimzahl reduzieren. Oral B wurde lediglich eine wachstumshemmende Wirkung zugeschrieben.

Ähnliche Versuchsergebnisse zeigten sich bei *E. coli*. Auch hier konnten in der Regel die gleichen Produkte ein Abtöten der Kolonien bewirken. Die Prozentzahlen der verbliebenen Restkeime bei den nicht so wirksamen Zahnpasten waren durchschnittlich unter denen, die bei *C. albicans* zu verzeichnen waren.

Bei *P. aeruginosa* konnten mehr als 50% der Produkte das Wachstum nur negativ beeinflussen. Eine Keimreduktion wurde von sieben Zahnpasten erreicht, wobei bei dreien die Restkeimzahl weit über 60% lag. Allein Parodontax war es gelungen in der Gebrauchskonzentration diesen Keim absolut zu eliminieren.

Bei ca. der Hälfte der Produkte war ein Anzüchten von *S. aureus* nicht mehr möglich, nachdem diese mit der Keimsuspension vermischt wurden. Die andere Hälfte war in ihrer Wirkung nicht ganz so stark und ermöglichte die Kultivierung einer Restkeimzahl. Es gab keine Zahnpasta, die gegenüber *S. aureus* ohne antimikrobiellen Effekt war. Bei Oral B war dieser jedoch mit einem weiten Abstand zu allen anderen Zahnpasten bei etwas über 7% Keimreduktion in der Gebrauchskonzentration vernachlässigbar gering.

Eine Verdopplung der Zahnpastakonzentration brachte bei mindestens 76% der

Zahnpasten, denen es in der Gebrauchskonzentration nicht gelang die Keime vollständig zu eliminieren, eine Wirkungsverbesserung bis hin zur völligen Abtötung der Mikroorganismen. Einige Zahnpasten zeigten bei *S. salivarius*, *C. albicans*, *S. aureus* und *P. aeruginosa* durch eine Konzentrationsverdopplung keine Verstärkung der antibakteriellen Wirkung. Colgate, Perlodent und Elmex sind die einzigen Präparate, bei denen eine Konzentrationserhöhung generell zu keinem positiven Effekt in den vorhandenen Wirkungslücken führte.

Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung der Konzentration in jedem Fall mit einer Erhöhung des antimikrobiellen Effekts einhergeht. Wenn diese Abhängigkeit im Bouillon-Reihenverdünnungstest jedoch zum Tragen kam, was zum Großteil der Fälle war, wurde die Anzahl der Kolonien in 86% der Fälle mindestens halbiert, teilweise sogar eliminiert.

#### 6.2.2.2. Bewertung der Produkte

Betrachten wir zunächst wieder einmal die Streptokokken getrennt von den anderen in den Versuch einbezogenen Keimen.

Es ergeben sich dabei zwei Gruppen. Gruppe 1 war in der Lage, jede der drei Streptokokkenspezies in der Gebrauchskonzentration zu eliminieren. Dazu gehören Murnauer Totes-Meer-Salz, Dentagard, Elmex und Colgate. Die zweite Gruppe erbrachte die gleiche Leistung gegenüber *S. sanguis* und *S. mutans*, hinterließ jedoch Kolonien von *S. salivarius* auf den Agarböden. In diese Gruppe fallen folgende Zahnpasten (hinsichtlich ihres antimikrobiellen Potentials in absteigender Reihenfolge genannt): Meridol, Ajona stomaticum, Blendax, Perlodent, Dr. Best, Pearls & Dents, Parodontax, Mentadent C, Theramed, elkadent, el-ce med, Perlweiß, Friscodent, Rotweiß, Signal und Blendamed. Bei den ersten sieben der aufgezählten Produkten konnten weniger als 1% der Ausgangskeimzahl wieder angezüchtet werden. Die restlichen eben genannten Produkte der Gruppe 2 blieben unter 15% Restkeimzahl.

Zwei Präparate (Sensodyne, Oral B Zendium) konnten weder der einen, noch der anderen Gruppe zugeordnet werden. Denn Sensodyne und vor allem Oral B Zendium zeichnen sich durch eine schlechtere antimikrobielle Aktivität gegenüber den Streptokokken aus. Oral B Zendium zeigte keine Wirkung in der Gebrauchskonzent-

ration gegenüber *S. salivarius*. Auch in doppelter Konzentration wurde die Keimzahl nur halbiert. Bei den anderen beiden Streptokokkenarten lag die Restkeimzahl deutlich über der, die die anderen Zahnpasten hinterließen. Erst in doppelter Konzentration ließen sich deutlich bessere Werte erzielen. Sensodyne zeigte zwar bei *S. sanguis* und *S. mutans* gute Ergebnisse, ließ jedoch eine ganze Reihe von *S. salivarius*-Kolonien wieder anwachsen (48,37%).

Die Zahnpasten der Gruppe 1 (Murnauer Totes-Meer-Salz, Dentagard, Elmex und Colgate) hatten bei Verwendung der Gebrauchskonzentration ebenfalls eine bakterizide Wirkung auf *S. aureus*, *C. albicans* und die Enterobakterien. Eine Reihe weiterer Präparate standen in Ihrer Wirkung den vier gerade genannten Pasten nur in soweit nach, dass ihnen das vollständige Abtöten von *S. salivarius* in der Gebrauchskonzentration nicht gelang. Da die Restkeimzahl von *S. salivarius* dabei jedoch unter 1% lag, kann davon ausgegangen werden, dass das antimikrobielle Potential in etwa gleich ist. Dazu zählen Blendax, Perlodent, Dr. Best und Parodontax.

Parodontax war es als einziger Zahnpasta gelungen, auch bei *P. aeruginosa* ihre bakterizide Wirkung zu entfalten. Erst in doppelter Konzentration erreichten el-cemed und Sensodyne den gleichen Effekt.

Alle anderen Zahnpasten ermöglichten das erneute Anwachsen der einen oder anderen Keimspezies in unterschiedlichem Maße. Um diese entsprechend bewerten zu können, wurden die Ergebnisse bei *P. aeruginosa* nicht berücksichtigt, da in aller Regel dessen Ausgangskeimzahl wenig bzw. gar nicht reduziert wurde. So stellte sich Meridol mit seiner immer unter 1% liegenden Restkeimzahl vor elkadent, el-cemed, Mentadent C und Ajona stomaticum, die höchstens 5% der Ausgangskeimzahl nachweisen haben lassen. Theramed, Friscodent, Perlweiß, Rotweiß, und Pearls & Dents zeigten erhebliche Schwächen gegenüber *C. albicans*, genannt in aufsteigender Reihenfolge. Blendamed und Signal sind neben Sensodyne und Oral B Zendium die Produkte, die gegen *S. salivarius* im Vergleich zu allen anderen Zahnpasten weniger wirksam waren (Restkeimzahl > 10%).

Die geringste antimikrobielle Aktivität wies Oral B Zendium auf. Bei fünf der acht verwendeten Keimarten fand nicht einmal eine 50%ige Reduktion statt. In den anderen drei Fällen war die Anzahl der nachweisbaren Kolonien nach 2 h Wirkungsdauer immer noch beträchtlich hoch.

Sensodyne war in ihrer Wirkungsweise uncharakteristisch. Sie eliminierte *E. coli* und *S. sanguis*. Auch war sie weitaus effektiver gegen *P. aeruginosa* als die anderen Produkte. Dennoch war der prozentuale Anteil der Restkeime bei *S. salivarius* (48%) und *C. albicans* (47%) sehr hoch.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Murnauer Totes-Meer-Salz, Dentagard, Elmex und Colgate am kariesprotektivsten erschienen. Diese eben genannten Präparate, sowie Blendax, Perlodent, Dr. Best, Meridol, elkadent, el-ce med, Menta-dent C und Ajona Stomaticum waren bei den ausgewählten Keimen (bis auf *P. aeruginosa*) die antimikrobiell wirksamsten Zahnpasten. Parodontax eliminierte als einziges Produkt auch *P. aeruginosa*. Lediglich *S. salivarius* konnte nach 2h Einwirkzeit von Parodontax noch zu 0,93% nachgewiesen werden. Da dieser Anteil verschwindend gering ist, kann davon ausgegangen werden, dass Parodontax das größte antimikrobielle Potential im Bouillon-Reihenverdünnungstest aufgewiesen hat. Die geringste Wirkung zeigte Oral B Zendium.

#### 6.2.2.3. Bewertung des Resistenzverhaltens gegenüber den Zahnpasten

Den Keimen konnte in diesem Versuch ein unterschiedliches Resistenzverhalten gegenüber den Zahnpasten nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist, dass keine vollständige Resistenz gegen eines der Präparate aufgetreten ist. *S. sanguis*, *S. mutans* und *E. faecalis* können aufgrund ähnlichen Resistenzverhaltens einer Gruppe zugeordnet werden. Sie wurden von mind. 86% der Zahnpasten schon in der Gebrauchskonzentration abgetötet. Die Resistenz nahm bei doppelter Zahnpastakonzentration weiter ab, konnte jedoch nur von Sensodyne bei *S. sanguis* vollständig überwunden werden.

Eine weitere Gruppe ergibt sich bei der Betrachtung der Ergebnisse von *C. albicans*, *E. coli* und *S. aureus*. Sie wurden von ca. 50% der Produkte abgetötet. Die antibakterielle Wirkung wurde in beiden Gruppen in der Regel von denselben Präparaten erreicht.

Resistenter als die bereits genannten Keimarten erschien *S. salivarius*. Diese Spezies lässt sich nur von knapp 23% der Zahnpasten eliminieren (Murnauer Totes-Meer-Salz, Dentagard, Elmex, Colgate und Dr. Best [in doppelter Konzentration]).



Alle übrigen Präparate konnten ein erneutes Anwachsen der *Salivarius*-Kolonien nicht verhindern. Gegenüber Sensodyne und Oral B Zendium weist *S. salivarius* die größte Resistenz auf.

Als resistantester Keim gegenüber den getesteten Zahnpasten erwies sich *P. aeruginosa*. Bei ca. 64% der Präparate konnte lediglich eine Wachstumshemmung festgestellt werden, die Anzahl der Kolonien lag jedoch nach zwei Stunden Wirkungs-dauer über der Ausgangskeimzahl. Allein Parodontax gelang es bereits in Gebrauchskonzentration diese Keimart abzutöten.

Vergleicht man die Anzahl der Kolonien einer der weniger resistenten Keime (*S. sanguis*) mit der Keimart, die die größte Resistenz gegenüber den Zahnpasten aufwies, zeigen sich enorme Unterschiede. Während Meridol beispielsweise das vierfache der Ausgangskeimzahl von *P. aeruginosa* nach zwei Stunden Einwirkzeit anwachsen ließ, inaktivierte es *S. sanguis* in gleicher Zeit so stark, dass eine Kultivierung nicht mehr möglich war. Des Weiteren ist auffällig, dass *S. salivarius* unter den ausgesuchten Streptokokkenspezies die resistanteste Art darstellte.

### 6.3. Vergleich der Ergebnisse beider Versuche

Bei einem Vergleich der Ergebnisse beider Versuche zeigen sich deutliche Unterschiede.

Im Agardiffusionstest wiesen die Zahnpasten ein geringeres antimikrobielles Potential auf als im Bouillon-Reihenverdünnungstest. So hinterließen beispielsweise nur 2 der 22 Präparate in der Gebrauchskonzentration Hemmhöfe bei *C. albicans* im Agardiffusionstest. Im Bouillon-Reihenverdünnungstest eliminierten dagegen 12 Produkte in gleicher Konzentration *C. albicans* vollständig.

Die Begründung liegt in der Art und Weise des Zusammentreffens von Keim und Wirkstoff. Während im Agardiffusionsversuch die Wirkstoffe durch den festen Nährboden zu den Keimen diffundieren müssen, werden im Bouillon-Reihenverdünnungstest beide Agenzien in einer Suspension in direktem Kontakt vermischt. Das bedeutet einmal, dass unterschiedliches Diffusionsvermögen der Zahnpasten bei den Ergebnissen des Agardiffusionstests berücksichtigt werden müssen, zum anderen werden durch vorheriges Zentrifugieren schwerere Substanzen, wie Schleifkörper etc., entfernt. Dabei kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass sich auch noch ein geringer Anteil an antimikrobiellen Wirkstoffen darunter befand. Das Herabsetzen der Viskosität der Zahnpasten war für den Diffusionsvorgang jedoch unabdingbar. Dadurch konnte ein Durchdringen der Zahnpasten durch den Nährboden erleichtert werden. Es befanden sich aber trotzdem noch feinste Partikel in der zentrifugierten Suspension, die ein vollständiges Entfalten der Wirkstoffe behindern konnten. Je nach Zahnpastazusammensetzung ist bei höheren Konzentrationen ein schlechteres Diffusionsvermögen denkbar.

Aufgrund dieser Annahmen lassen sich auch uncharakteristische Ergebnisse, wie die von Perlweiß beispielsweise, erklären.

Die Schwierigkeit im Bouillon-Reihenverdünnungstest bestand darin, vorgegebene Zeiten minutengenau einzuhalten. Das Anfertigen von Verdünnungsreihen und das Ausstreichen der Keime auf die Agarböden nahm Zeit in Anspruch, die durch die Gestaltung des Versuchsablaufes nur in gewissem Maße berücksichtigt werden konnte. Darin könnte die Ursache für den Anstieg der Keimzahlen bei Verwendung

der doppelten Konzentration Zahnpasta in den Tabellen 145, 163, 211, 227, 235, 284 und 285 liegen. Die Unterschiede sind jedoch vernachlässigbar gering. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Konzentrationserhöhung in diesen Fällen zu keiner besseren Wirkung geführt hätte.

Das gelegentliche Abfallen der Nullprobenkeimzahlen nach zwei Stunden, wie es in den Tabellen 145, 207, 215, 242, 255, 259 und 288 deutlich wird, ist vermutlich auf die Empfindlichkeit der Keime gegenüber der Methodik (Temperaturschwankungen etc.) zurückzuführen.

Da in den Versuchen mit lebenden Organismen gearbeitet wurde, sind derartige Reaktionen durchaus denkbar.

Obwohl die antimikrobielle Aktivität der Zahnpasten sich in beiden Versuchen unterschiedlich stark darstellte, lassen sich doch auch gewisse Parallelen erkennen.

So wird deutlich, dass die Zahnpasten effektiver gegen *S. sanguis*, *S. mutans* und *E. faecalis* waren als gegen *C. albicans* und *E. coli*. Auch schnitten Sensodyne und Oral B Zendium in beiden Versuchen am schlechtesten ab. Colgate bewies sowohl im Agardiffusionstest als auch im Bouillon-Reihenverdünnungstest ihre sehr gute kariesprotektive Wirkung.

Im Vergleich zum Agardiffusionstest wird dem Bouillon-Reihenverdünnungstest größere Bedeutung und damit mehr Relevanz bezüglich der Auswertung zugeschrieben. Er besaß allgemein weniger Störfaktoren und ermöglichte durch das Auszählen der Kolonien einen besseren Einblick in das mikrobiologische Geschehen.

#### 6.4. Diskussion zu Zahnpasten mit extra zugesetzten antibakteriellen Wirkstoffen

Einige von den untersuchten Zahnpasten enthielten spezielle antimikrobielle Substanzen. So wurde Colgate der Wirkstoff Triclosan beigemischt. Der Hersteller ließ sich das Triclosan®/Copolymer-System für Colgate patentrechtlich schützen (31), so dass es in dieser Form in keiner anderen Zahnpflegecreme enthalten ist. Colgate wies in der Untersuchung neben Parodontax die besten Ergebnisse auf. Sie eliminierte alle verwendeten Keimspezies bis auf *P. aeruginosa* bereits in der Gebrauchskonzentration. Aber auch diesen weitaus resistenteren Keim dezimierte sie um mehr als 50%. Es liegt nahe, dass der Wirkstoff Triclosan/Copolymer für die gute antimikrobielle Wirkung von Colgate verantwortlich ist.

Die antimikrobielle Wirksamkeit von Triclosan gegen Plaque bildende Bakterien wurde mehrfach dokumentiert (29, 23). Die Darstellungen Noacks (1999), bezüglich Triclosan in „Die Wirkung von Triclosan zur sitespezifischen Prävention von Karies und Parodontitiden“, bei der er sich auf mehrere klinischen Studien beruft, unterstützen unsere Annahme. In einer darin aufgeführten Untersuchung schnitt Colgate mit der Triclosan-Copolymer-Kombination signifikant besser ab als das Placebo und andere Triclosanverbindungen. Er spricht auch von einem Synergismus von Triclosan und Natriumlaurylsulfat (beigemengtes Tensid), wenn es darum geht Plaque und Bakterien zu reduzieren (26).

Dentagard stand der Colgate-Creme Zahnpasta nur in ihrer Wirkung gegen *P. aeruginosa* nach. Sie zeichnet sich durch Zusatz von mehreren Kräuterextrakten aus (*Chamomilla recutita*, *Mentha piperita*, *Commiphora Myrrha* und *Salvia officinalis*).

Parodontax zeigte ebenfalls sehr gute Ergebnisse. Bei ihr überlebte nur *S. salivarius* mit weniger als 1% der Ausgangskeimzahl. Auch Parodontax enthält eine ganze Reihe an Kräuterextrakten (außer den bereits genannten Kräutern *Echinacea purpurea*, *Mentha arvensis* und *Krameria triandra*).

Zu den in der Untersuchung antimikrobiell wirksamsten Zahnpasten zählen auch Murnauers Totes-Meer-Salz, Elmex, Blendax, Dr. Best und Perlodent.

Elmex enthält im Gegensatz zu den anderen bereits genannten Zahncremes statt Natriumfluorid Aminfluorid, sonst jedoch keine weiteren besonders antibakteriell wir-

kenden Substanzen.

Fluorid kann den Stoffwechsel von Bakterienpopulationen der Plaque hemmen (19) und deren Säuretoleranz vermindern (16). Aminfluoride wirken jedoch bereits in relativ niedriger Konzentration bakterizid, während Natriumfluorid auch in hohen Konzentrationen nur bakteriostatisch wirkt (11). Die bessere Wirkung der Aminfluoride wird vermutlich von dem organischen Amin bestimmt (3).

Murnauer Totes-Meer-Salz ist aufgrund der Mineralstoffe stark bromhaltig.

Dr. Best Vitalkomplex enthält an zusätzlichen antibakteriellen Substanzen Zinkchlorid und Xylit. Der Zuckeraustauschstoff Xylit verringert die Rate von Wachstum und Säurebildung bei Mutans-Streptokokken bei regelmäßiger Anwendung von xylithaltigen Produkten. Auch wird in der Literatur davon gesprochen, dass Fluoride die Akkumulation von Xylit in der Bakterienzelle steigern, wodurch die Hemmwirkung auf den bakteriellen Glucosstoffwechsel erweitert wird (16). Zinkionen können den Zuckerttransport, die Säureproduktion und die Proteaseaktivität der Bakterien hemmen (19). Arweiler et al. (2000) geben neben Zink noch weitere Metallionen an, wie beispielsweise Zinn- und Kupfersalze, die sich als wirksame Hemmer der Plaquebildung erweisen (2).

Den Inhaltsangaben von Blendax und Perlodent können dagegen keine besonderen antimikrobiell wirksamen Substanzen entnommen werden.

Oral B Zendium wiederum wurde mit mehreren Enzymen ausgestattet, die in den bakteriellen Stoffwechsel inhibierend eingreifen sollen. Thiocyanat und Laktoperoxidase unterstützen dabei das Laktoperoxidase-System des Speichels. Natürlich im Speichel vorhandenes Thiocyanat wird durch Laktoperoxidase (ebenfalls im Speichel vorhanden) unter Anwesenheit von Wasserstoffperoxid (Metabolit mehrerer residenter Bakterienarten, bspw. *S. sanguis* (19)) in Hypothiocyanat ( $\text{OSCN}^-$ , geringgradig auch  $\text{O}_2\text{SCN}^-$  und  $\text{O}_3\text{SCN}^-$ ) und Hypothiocyanatsäure ( $\text{HOSCN}$ ) umgewandelt. Diese Reaktionsprodukte oxidieren Thiogruppen bakterieller Enzyme (19). Oral B Zendium soll also diesen Prozess verstärken. Des Weiteren enthält die Zahncreme Glucoseoxidase und Amyloglucosidase, die die Aktivität des Peroxidasesystems ebenfalls erhöhen soll. Die Ergebnisse des Bouillon-Reihenverdünnungstests spiegeln jedoch keinen nennenswerten Effekt der zugesetzten Enzyme wider. Das schlechte Abschneiden der Zahnpasta könnte darin begründet sein, dass diese in-vitro Studie nicht den Gegebenheiten der Mundhöhle mit Speichel entspricht. Da aber sowohl Thiocyanat als auch Laktoperoxidase in der Zahnpasta enthalten sind (das System

also auch in-vitro funktionieren müsste), ist es wahrscheinlicher, dass das System nur geringe Wirkung/ Verstärkung der natürlichen Abwehr erreicht. Die Ursache dessen soll nicht Bestandteil der Studie sein.

Zu den Zahnpasten, die besser als Oral B Zendium abgeschnitten haben, trotzdem erhebliche Lücken in ihrer Wirksamkeit aufwiesen, gehören: Sensodyne, Perlweiß, Signal, Rotweiß, Friscodent und Pearls & Dents. Sie enthalten die herkömmlichen Bestandteile einer Zahnpasta. An Fluoriden wurden Natriumfluorid (Sensodyne, Signal, Friscodent, Pearls & Dents) und Natriummonofluorophosphat (Perlweiß und Rotweiß) beigemischt. Pearls & Dents enthält hingegen zusätzlich 800 ppm wirksamere Aminfluoride.

Unter den Inhaltsstoffen von Friscodent und Sensodyne befinden sich Zinkverbindungen (Zinkchlorid, Zinkcitrat), die einen dezimierenden Einfluss auf Bakterien besitzen.

Xylit befand sich nur in Pearls & Dents.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen den besser wirksamen Zahnpasten und besonderen Inhaltsstoffen kann nicht bewiesen werden. Es ist zwar auffällig, dass triclosanhaltige, stark kräuterhaltige und ausschließlich aminfluoridhaltige Zahnpasten die stärkste antimikrobielle Wirkung entfalteten, Perlodent und Blendax ohne diese Zusätze den vorher genannten Zahnpasten aber kaum nachstanden. Zinkhaltige und xylithaltige Produkte finden sich sowohl bei den besser wirksamen als auch bei den weniger wirksamen Zahnpasten.

Die mengenmäßige Zusammensetzung beeinflusst die Wirkungsintensität entscheidend. Darauf kann in dieser Studie jedoch nicht eingegangen werden.

Es kann folglich nicht ausgeschlossen werden, dass durch bereits genannte Substanzen die antibakterielle Wirkung von Zahnpasten verstärkt werden kann. In der Zusammensetzung, wie sie zum Zeitpunkt der Untersuchung im Handel bestand, konnte aber kein entscheidender Vorteil festgestellt werden.

## 6.5. Vergleich der Ergebnisse mit denen anderer Autoren

Nach intensiver Recherche wurden keine Studien gefunden, die so eine Vielzahl von Zahnpasten untersucht haben, wie es bei der vorliegenden Arbeit der Fall ist.

Folglich ist es nur möglich Ergebnisse einiger Produkte näher zu diskutieren. Auf die antimikrobielle Wirkung allgemein und auf die damit in Zusammenhang stehenden Inhaltstoffe der Zahnpasten kann jedoch intensiver eingegangen werden.

BENTHIN, GERCKENS und KRÜGER untersuchten in ihrer 1994 veröffentlichten Studie die Wirkung einzelner Zahnpastenbestandteile und Zahnpasten als Ganzes auf *S. mutans*. Sie fertigten Suspensionen aus Wasser und Zahnpasta an, um den zentrifugierten Überstand mit den enthaltenen Wirkstoffen für den Test zu verwenden. Durch eine Verdünnungsreihe wurde die minimale Hemmkonzentration (MHC) handelsüblicher Zahnpasten auf *S. mutans* überprüft. Sie stellten fest, dass Blendamed Kariesschutz, Elmex und Parodontax in der Lage waren *S. mutans* vollständig abzutöten. Die minimale Hemmkonzentration von Elmex und Parodontax lagen dicht beieinander und waren um eine Zehnerpotenz niedriger als die von Blendamed Kariesschutz (3).

Betrachtet man die Ergebnisse dieser Studie, so bestätigt sich die bakterizide Wirkung von Elmex und Parodontax auf *S. mutans*. Auch die von uns untersuchte Blendamed classic zeigte vergleichbare Ergebnisse wie die Blendamed Kariesschutz damals (heute nicht mehr im Handel). Ein geringeres antimikrobielles Potential der Blendamed Kariesschutz im Vergleich zu Elmex und Parodontax wurde durch jetzige Ergebnisse auch bei Blendamed classic deutlich. Grundlage dieser Aussage ist die Interpretation der höheren minimalen Hemmkonzentration bei *S. mutans* (3) und die geringere antimikrobielle Wirkung als Elmex und Parodontax bei den in dieser Arbeit untersuchten Keimen.

Das Zusetzen von Enzymen zu einer Zahnpasta, um die natürliche Abwehrkraft des Speichels zu verstärken, ist keine neuartige Entwicklung. MORAN et al. (1987) untersuchten bereits vor 18 Jahren die antibakterielle Wirkung ausgewählter Zahnpasten (20). In dieser in-vivo Studie konnte kaum ein signifikanter Unterschied der Keimzahlen von aeroben und anaeroben Bakterien im Speichel vor und nach dem Zähneputzen mit Oral B Zendium festgestellt werden. Als aktive Inhaltsstoffe wurden damals Amyloglucosidase, Glukoseoxidase, Kaliumthiozyanat und Natriumfluorid angegeben. Anders verhielt es sich bei Colgate (noch ohne Triclosan) und Mentadent P (enthielt Hexitidin und Zinkzitat), die einen Rückgang der Bakterienzahlen bewirkten. Die heute auf dem Markt befindliche Oral B Zendium enthält die gleichen Enzyme und zusätzlich Lactoperoxidase. In der hier vorliegenden in-vitro Untersuchung konn-

ten, wie damals auch, keine nennenswerten antimikrobiellen Effekte nachgewiesen werden. Im Vergleich zu Colgate fresh stripes und Mentadent C besitzt Oral B Zendi-um in-vitro ein weitaus schlechteres antimikrobielles Potential. Sicherlich ist die Abwehr verstärkende Wirkung der Zahncreme auf den Speichel noch in vivo für einen direkten Vergleich erneut zu prüfen. Es ist jedoch, aufgrund der damaligen fast gleichen Zusammensetzung und der heutigen in-vitro Ergebnisse, kein besseres Abschneiden zu vermuten.

Triclosan ist hingegen eine bewährte antimikrobielle Substanz (17). Colgate Total enthält, wie Colgate fresh stripes auch, diesen Wirkstoff und war Bestandteil mehrere Studien. In den Untersuchungen von LORENZ et al. (2002) konnten eine antibakterielle, als signifikant nachgewiesene Wirkung auf den Biofilm Plaque in-vivo über den Zeitraum von mindestens sechs Stunden ermittelt werden, die als klinisch relevant zu betrachten ist. Dies korreliert mit der hohen Abtötungsrate der Colgate fresh stripes bei den von uns ausgesuchten Keimen. Deutliche antimikrobielle Effekte einer in-vitro Studie müssen klinisch nicht zwingend gleich gut ausfallen. In-vivo spielt zusätzlich die Substantivität von Wirkstoffen eine Rolle. LORENZ et al. (2002) bezeichneten, hinsichtlich der Substantivität, die Kombination von Triclosan und dem Copolymer Polyvinylmethylether-Maleinsäure (Colgate) im Jahr 2002 als „Goldstandard“ gegenüber der Kopplungsvariante an ätherische Öle oder in Verbindung mit anderen Trägersubstanzen, wie Zinksalze. In der Untersuchung von BINNEY et al. (1996) zeigt die triclosanhaltige Colgate total in-vivo ebenfalls Plaque hemmende Eigenschaften (4). Es kann also auch davon ausgegangen werden, dass Colgate fresh stripes in klinischen Untersuchungen zu den wirkungsvollsten Zahnpasten gehört.

Die Wirkung von Pflanzenextrakten untersuchten WILLERSHAUSEN et al. in ihrer 1991 veröffentlichten Studie, bei der Zahnpasta und Mundspüllösung mit pflanzlichen Inhaltsstoffen im Vergleich zu einem Produkt ohne pflanzliche Komponenten verwendet wurden (28). API und SBI fielen nach vier Wochen signifikant geringer aus als bei den Versuchsteilnehmern mit dem Vergleichsprodukt. Sie stellten einen hemmenden Effekt auf das Plaquewachstum fest.

BENTHIN et al. (1994) waren nicht der Meinung, dass die bakterizide Wirkung den Pflanzenextrakten zugeschrieben werden kann. In der 1994 veröffentlichten Studie konnten sie nachweisen, dass eine Mischung aus Pastengrundlage und pflanzlichen Wirkstoffen keine bessere minimale Hemmkonzentration aufwies, wie die Pastengrundlage (NaHCO<sub>3</sub>, Glycerin, Tylose, Na-Saccharin, Erythrosin) allein. Die



grundlage (NaHCO<sub>3</sub>, Glycerin, Tylose, Na-Saccharin, Erythrosin) allein. Die geringe Hemmkonzentration der Parodontax führten sie auf das enthaltene Tensid Natriumlaurylsulfat zurück. Dieses zeigte gegenüber der Pastengrundlage isoliert deutlich antimikrobielle Effekte. Die zurzeit im Handel befindliche Parodontax enthält laut Inhaltsangaben kein Natriumlaurylsulfat mehr. Warum aber so unterschiedliche Ergebnisse? Bei WILLERHAUSEN et al. (1991) enthielt die Zahncreme weniger als 5% pflanzliche Inhaltsstoffe, die zusätzlich verwendete Mundspülung 35% (gegenüber der Zahncreme eine weitaus höhere Konzentration). Verwendet wurden die Kräuter: Echinacea purpurea, Salvia, Myrrha, Ratahnia, Chamomilla und Pfefferminzöl.

BENTHIN et al. (1994) hingegen verwendeten zur Zahncreme keine zusätzliche Mundspüllösung und es wurde auch nur von „pflanzlichen Inhaltsstoffen“ gesprochen, ohne genaue Angaben der Kräuter. In der Studie wird von einem Anteil pflanzlicher Inhaltsstoffe von 5,522 ‰ ausgegangen. Es kamen also weniger Pflanzenextrakte zur Wirkung als bei WILLERSHAUSEN et al. (1991). Die Differenzen beider Studien ließen sich evtl. durch die aufgezählten Unterschiede begründen.

Unsere Ergebnisse zeigen nur, dass sowohl Parodontax als auch Dentagard (enthält Natriumlaurylsulfat) sich unter den wirksamsten Pasten befinden. Da in dieser Studie Zahnpasten als Ganzes und nicht einzelne Bestandteile untersucht wurden, kann nicht beurteilt werden, ob die enthaltenen Pflanzenextrakte dafür verantwortlich sind. Nach Aussage Charles et al. (2004), die eine Mundspüllösung, die ätherische Öle enthielt (Listerine), in einer Studie mit einer Chlorhexidinspülung verglichen, sei die plaque- und gingivitisreduzierende Aktivität beider Spüllösungen vergleichbar, was eine sehr gute antimikrobielle Wirkung ätherischer Öle gegen orale Mikroorganismen bedeuten würde (7). Inwieweit die Ethanolkonzentration von Listerine dabei eine Rolle spielt, wurde nicht diskutiert. Splieth (2000) führt in „Professionelle Prävention“ lediglich den hemmenden Einfluss von pflanzlichen Extrakten auf Plaque bedingte Entzündungssymptome an. Von einer antimikrobiellen Wirkung ätherischer Öle beispielsweise, wie sie auch Müller (2001) tabellarisch angibt (22), spricht er nicht. Splieth (2000) führte auch die vermutlich viel zu geringe Konzentration der pflanzlichen Wirkstoffe in Zahnpasten an, wenn man diese mit therapeutisch eingesetzten Antiphlogistika vergleicht (27).

Im Folgenden soll auf die Bedeutung der Fluoride näher eingegangen werden. Ihre in-vivo kariesprotektive Wirkung durch Remineralisation des Zahnschmelzes ist unumstritten. Ihr Stellenwert als direkte antimikrobielle Substanz in einer Zahnpasta ist

hingegen unseren Ergebnissen nach, was herkömmliche Fluoridverbindungen wie Natriumfluorid und Natriummonofluorophosphat angeht, weniger bedeutsam. Das deckt sich mit der Aussage Lehmann's (1991), der mit Ausnahme der Aminfluoride und der Zinnfluoride den Fluoriden allgemein nur eine geringe Wirkung auf die Plaquemenge zuschreibt (16). So enthalten die weniger antimikrobiellen Zahnpasten Friscodent und Sensodyne annähernd gleich viel Natriumfluorid wie die weitaus wirksamere Zahncreme Blendax, nämlich ca. 1400 ppm. Ajona stomaticum wiederum ist nicht fluoridhaltig, ihr antimikrobieller Effekt jedoch besser als bei Friscodent und Sensodyne. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass der Fluoridgehalt einer Zahncreme die antimikrobielle Wirkung nicht entscheidend beeinflusst. Die Ergebnisse von BENTHIN et al. (1994) bestätigen diese Aussage. Natriummonofluorophosphat hatte als alleinige Substanz einen ebenso hohen Wert für die minimale Hemmkonzentration wie der Grundkörper/Pastengrundlage.

Nur die Verbindung aliphatischer Amine mit angelagerter Fluorwasserstoffsäure in Form von Aminfluorid bzw. Aminfluorid/ Zinnfluorid erweist sich als wirksamer gegen Bakterien und Pilzen als die herkömmlichen Fluoridverbindungen. Nur so ist das gute Abschneiden der Elmex im Bouillon-Reihenverdünnungstest zu erklären. Elmex enthält keine spezielle antimikrobielle Substanz wie Triclosan, auch fehlt die Beimengung des Tensids Natriumlaurylsulfat, welches sich stark hemmend auf das Bakterienwachstum auswirkt. BENTHIN et al. (1994) kamen zu gleichem Ergebnis und begründeten dies folgendermaßen: Der Wirkungsmechanismus der Aminfluoride hängt wahrscheinlich weniger vom Fluorid ab, sondern vielmehr von dem organischen Amin. So besitzen Aminchlorid-Verbindungen eine dem Aminfluorid vergleichbare Wirkung auf die Plaque (6, 13). Aminfluoride wirken bereits in relativ niedriger Konzentration bakterizid, während Natriumfluorid auch in hohen Konzentrationen nur bakteriostatisch wirkt (11).

Das Wirkstoffsystem Aminfluorid/Zinnfluorid (in Meridol enthalten) zeichnet sich gegenüber herkömmlichen Fluoridverbindungen ebenfalls durch eine sehr gute Plaque hemmende Wirkung aus. Dies zeigen mehrere Studien, die Flores-de-Jacoby (1991) zusammenfasste. In einer dieser Studien von Stößer et al. (1990) konnte nicht einmal ein signifikanter Unterschied bei einem statistischen Wirkungsvergleich von den aktiven Lösungen Aminfluorid/Zinnfluorid und Chlorhexidin festgestellt werden. Hier wird zwar von einer starken antimikrobiellen Wirkung der Fluoride in-vitro gesprochen, klinisch bestätigen sich diese jedoch nicht. Man geht aber davon aus, dass

klinisch durch die mit dem F-Ion gekoppelten Kationen eine Verbesserung der Plaqueinhibierung erzielt wird, wobei die organischen Amine und das Zinnion den stärksten Effekt entfalten. Es wird von einer Adsorption der Zinnionen an der Bakterienoberfläche gesprochen, die den Metabolismus hemmen und damit die Etablierung der oralen bakteriellen Flora reduzieren (9). Die gute Wirksamkeit der Meridol Zahncreme ließe sich anhand dieser Studien begründen. Yates et al. (2003) favorisierte bei dem Vergleich zweier Zahnpasten auf ihre Plaque reduzierenden Fähigkeiten ebenfalls die zinnfluoridhaltige Zahnpasta gegenüber einer Kontrollzahnpasta. Die Differenzen jedoch erreichten nicht statistische Signifikanz für irgendeinen Parameter (30).

Der verfügbaren Literatur zufolge stellen die Kombinationen Triclosan/Hilfsstoff und Aminfluorid/Zinnfluorid die nächst wirkungsvollsten Verbindungen nach Chlorhexidin dar (25). Dies würde das sehr gute Abschneiden von Colgate fresh stripes und Meridol begründen. Da aber auch Zahnpasten wie Perlodent oder Blendax ohne diese Wirkstoffe ähnlich gute Ergebnisse aufwiesen, ist es fraglich, ob ein Zusatz von antimikrobiell aktiven Substanzen entscheidend von Vorteil ist.

MORAN et al. (1988) äußerten sich in einer weiteren Studie dahingehend, dass die den Zahnpasten zugesetzten, und in dieser Studie beurteilten, aktiven Substanzen (Triclosan, Hexitidin/Zinkziträt, Enzyme), die orale Hygiene und die Zahnfleischgesundheit über die positiven Effekte hinaus, die auch mit der konventionellen Fluoridzahnpasta erreicht werden konnten, nur wenig oder gar nicht beeinflussten (21). LORENZ et al. (2002) stellten fest, dass „heutige“ Pastengrundlagen einen eigenständigen antibakteriellen Effekt ausüben können, als sie die Kinderzahnpasta Putzi (500 ppm NaMFP) mit Colgate total (1450 ppm NaF und 0,3% Triclosan) verglichen. Auch die Kombination zweier antimikrobiell wirksamer Substanzen, wie beispielsweise Triclosan und Aminfluorid, scheinen keinen Vorteil zu bringen. So konnten Arweiler et al. (2003) bei der Untersuchung einer Mundspüllösung mit genau dieser Kombination keinen Synergismus beider Wirkstoffe feststellen (1).

Nach Auswertung unserer Ergebnisse kann kein entscheidender Vorteil von Zahnpasten mit speziell zugesetzten antimikrobiellen Inhaltsstoffen festgestellt werden. Eine enzymhaltige Zahnpasta zeigte die geringsten antimikrobiellen Effekte. Die triclosanhaltige Zahncreme erbrachte zwar eine sehr gute Wirkung gegen die getesteten Keime, einige konventionelle Produkte standen dieser jedoch kaum nach. Aminfluorid-

ridhaltige und aminfluorid/zinnfluoridhaltige Zahnpasten waren ohne spezielle Wirkstoffe und auch ohne das bakterizide Tensid NLS ebenfalls in der Lage eine beträchtliche Menge an Bakterien abzutöten.

Die Feststellung, dass Zahnpasten heute durchaus in der Lage sind eine sehr gute antimikrobielle Wirkung zu zeigen und das durch unterschiedlichste Rezepturen erreicht wird, lässt die Fragen aufkommen, welche Zusammensetzung am biokompatibelsten zu sein scheint.

Diese Studie könnte folglich als Basis für weitere Untersuchungen von Zahnpasten bezüglich ihrer Biokompatibilität dienen.

## 6.6. Bewertung der Produkte hinsichtlich der Verbraucherfreundlichkeit

- 6.6.1. Ein Vergleich der Ergebnisse des Bouillon-Reihenverdünnungstests mit Fluoridgehalt, RDA-Wert und dem Preis der einzelnen Produkte macht eine gewisse qualitative Wertung möglich

RDA steht für „Radioaktive Dentin-Abrasion“. Ein niedriger RDA-Wert bedeutet besonders schonenden Abrieb. Sensitiv-Zahncremes sollten daher einen RDA von weniger als 70 aufweisen (14). Mittlere RDA-Werte liegen zwischen 70 und 80. Eine Zahnpasta mit einem RDA-Wert größer 100 wird für die tägliche Mundhygiene nicht empfohlen (15).

Die laut Bouillon-Reihenverdünnungstest am wirksamsten gewesenen Zahnpasten Parodontax, Colgate fresh stripes, Dentagard, Murnauer Totes-Meer-Salz und Elmex sind preislich sehr weit gestreut.

Parodontax ist bei einem mittleren RDA-Wert (ca. 60) mit ca. 4,60 €/100 ml am preisintensivsten.

Colgate fresh stripes und Murnauer Totes-Meer-Salz halten sich mit ca. 2,55 €/100 ml die Waage, wobei Colgate fresh stripes bei einem RDA bis 120 die abrasivere Zahncreme von beiden ist (Murnauer Totes-Meer-Salz RDA 70-80).

Aufgrund des Triclosan/Copolymer-Systems hält jedoch der antimikrobielle Effekt wahrscheinlich länger an.

Elmex mit mittlerem RDA 77 (10), ohne extra zugesetzten antimikrobiellen Wirkstoffen und ohne Natriumlaurylsulfat ordnet sich mit ca. 3,30 €/100 ml dazwischen ein.

Am preiswertesten unter den wirksamsten Zahnpasten ist Dentagard. Ihr RDA-Wert ist mit bis zu 120 relativ hoch.

Der Fluoridgehalt dieser Zahnpasten liegt zwischen 1250 ppm (Aminfluorid/Elmex) und 1450 ppm Natriumfluorid.

Blendax und Dr. Best vitalkomplex schließen sich preislich der Dentagard an, sie stehen hinsichtlich Fluoridgehalt und RDA-Wert in nichts nach, auch der antimikrobielle Effekt ist kaum schlechter.

Perlodent med ist bei sehr guter antimikrobieller Wirkung ebenfalls sehr preiswert. Über RDA-Wert und Fluoridgehalt liegen jedoch keine Angaben vor.

Meridol enthält die Kombination von Zinnfluorid (1050 ppm) und Aminfluorid (350 ppm). Preislich gestaltet sich Meridol, bei gleichem RDA-Wert, aber geringfügig niedrigerer antimikrobieller Leistung, wie Elmex.

Ajona stomaticum enthält kein Fluorid, ließ Restkeime von *S. salivarius*, *C. albicans*, *E. Coli* und *P. aeruginosa* im Test nachweisen, liegt aber mit ca. 4,20 €/100 ml in der obersten Preiskategorie. Ein RDA von 30 sorgt für eine äußerst geringe Abrasivität, wobei dazu gesagt werden muss, dass sich bei einem RDA-Wert unter 30 keine ausreichende Putzwirkung mehr einstellt (14). Aufgrund dessen, dass es sich bei Ajona stomaticum um ein Konzentrat handelt, dürfte sich der Preis relativieren. Weil jedoch das für die Remineralisation wichtige Fluorid fehlt und die antimikrobielle Wirkung von einigen anderen Zahnpasten übertroffen wird, kann hier keine Empfehlung ausgesprochen werden.

Theramed, Sensodyne und Pearls & Dents (24) gehören mit RDA-Werten zwischen 30-50 zu den so genannten Sensitiv-Zahnpasten. Ihre antimikrobielle Wirkung spielt sich im mittleren (Pearls & Dents, Theramed) bzw. unteren (Sensodyne) Drittel der getesteten Zahncremes ab. Kostenmäßig liegen sie in der mittleren bis hohen (Pearls & Dents) Preiskategorie. Der Fluoridgehalt unterscheidet sich nicht zu dem der anderen Produkte.

Oral B Zendium schneidet, aufgrund durchschnittlicher Fluorid- und RDA-Werte bei geringer antimikrobieller Leistung und mittlerem Preisniveau, schlecht ab.

Alle anderen Zahnpasten, wie el-ce med (8), Elkadent, Rotweiß, Friscodent und Signal besitzen einen mittleren RDA-Wert und einen Natriumfluoridgehalt zwischen 1250-1450 ppm. Sie ließen im Bouillon-Reihenverdünnungstest vereinzelt Restkeime nachweisen, sind jedoch sehr günstig im Preis.

### 6.6.2. Tabellarischer Vergleich der Zahnpasten bezüglich der Parameter:

- Preiskategorie
- RDA- Wert
- Fluoridgehalt
- Antimikrobielle Wirkung:

+++ - sehr gut, vereinzelt Restkeime < 0,1 %

++ - gut

+ - mangelhaft

↑ - aufsteigende Tendenz antimikrobieller Wirkung

↓ - absteigende Tendenz antimikrobieller Wirkung

(evtl. nachstehende Keime kennzeichnen besonders ausgeprägte Schwachpunkte in der antimikrobiellen Wirkung.)

NaF            Natriumfluorid

NaMFP        Natriummonofluorphosphat

AmF           Aminfluorid

SnF<sub>2</sub>         Zinnfluorid

Tabelle 31:

Zahnpasten	Preis-kategorie	RDA - Wert	Fluoridgehalt	antimikrobielle Wirkung
elkudent	≤ 1,00 €/100 ml	67	1450 ppm NaF	++ ↑
el-ce med		65	1450 ppm NaF	++ ↑
Signal		75	1450 ppm NaF	++ ↑
Rotweiß		65	1250ppm NaMFP	++ ↓ C.alb., E. coli
Friscodent		54	1430 ppm NaF	++ ↓ C.alb., E. coli
Mentadent C		62	1450 ppm NaF	++ ↑
Dr. Best		70-80	1350 ppm NaF	+++
Perlodent		keine Angaben	keine Angaben	+++
Dentagard		60-120	1450 ppm NaF	+++
Blendax		100	1450 ppm NaF	+++
Oral B Zendium		> 1,00 € - 4,00 €/100 ml	80	0,24 % NaF
Sensodyne	30-40		1400 ppm NaF	+ ↑ S. saliv, C. alb.
Theramed	45		1450 ppm NaF	++ C. albicans
Blendamed	100		1450 ppm NaF	++ ↑
Meridol	75		350 ppm AmF / 1050 ppm SnF2	+++
Totes-Meer-Salz	70-80		0,14% NaF/AmF	+++
Colgate	60-120		1450 ppm NaF	+++
Elmex	77		1250 ppm AmF	+++
Ajona	> 4,00€/100 ml	30	ohne Fluorid	++
Perlweiß		80	1450 ppm NaMFP	++ ↓ C.alb., E. coli
Pearls & Dents		50	800 ppm AmF/ 400 ppm NaF	++ ↓ C.alb., E. faec.
Parodontax		50-70	1400 ppm NaF	+++



## **7. Schlussfolgerungen**

Durch regelmäßiges Zähneputzen kann die Plaque von den Zahnoberflächen entfernt werden. Negativen Effekten oralpathogener Keime, wie Karies, Gingivitis und die sich anschließende Parodontitis, kann dadurch entgegengewirkt werden.

Hat eine Zahnpasta aufgrund ihrer Zusammensetzung eine antimikrobielle Wirkung, ist das Zähneputzen dadurch noch effektiver.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass Colgate fresh stripes, Murnauer Totes-Meer-Salz, Dentagard und Elmex besonders gut geeignet sind, orale Streptokokken zu inaktivieren. Nach zwei Stunden in-vitro Einwirkzeit konnten keine Bakterien mehr angezüchtet werden.

Meridol, Dr. Best, Parodontax, Perlodent med, Blendax, Ajona stomaticum und Pearls & Dents besitzen eine vergleichbare Wirkung gegen orale Streptokokken. Lediglich *S. salivarius* konnte zu weniger als 1% der Ausgangskeimzahl nach zwei Stunden Einwirkzeit nachgewiesen werden. Durch eine Verdopplung der Konzentration konnte diese Restkeimzahl zwar weiter minimiert werden, erscheint aber angesichts der vernachlässigbar niedrigen Restkeimzahl unnötig.

Hohe Abrasivwerte der Blendax (RDA 100), Dentagard (RDA bis 120) und Colgate fresh stripes (RDA bis 120) wirken sich nachteilig beim täglichen Gebrauch dieser Produkte im Gegensatz zu den anderen bereits genannten aus.

Oral B Zendium ist zur Inaktivierung Plaque bildender Bakterien ungeeignet. Eine Verdopplung der Konzentration erweist sich als vorteilhaft. Für Sensodyne gilt gleiches bezüglich *S. salivarius*.

Gegen die Besiedlung mit Sprosspilzen zeigen über die Hälfte der getesteten Zahnpasten antimikrobielle Wirkungen. Mit den derzeit auf dem Markt befindlichen Zahnpasten es ist also nicht nur möglich orale Streptokokken abzutöten, sondern es gelingt auch die Vitalität von *C. albicans* negativ zu beeinflussen. Das ist von besonderer Bedeutung bei immunsupprimierten Patienten, Patienten mit einer Immunschwäche und bei denen, die Träger von Teilprothesen sind und somit ein erhöhtes Dispositionsrisiko für orale Sprosspilze aufweisen.

Theramed, Friscodent, Perlweiß, Rotweiß, Pearls & Dents, Sensodyne und Oral B Zendium sind für diese Patientengruppen unter genannten Gesichtspunkten nicht geeignet.

Auch gegen Darmbakterien erweist sich eine Reihe von Zahnpasten als wirkungsvoll. Das Vorkommen von *E. coli* und *E. faecalis* ist jedoch unter hygienischen Bedingungen in der Mundhöhle unwahrscheinlich. Es ist aber bekannt, dass *E. faecalis* beispielsweise eine besonders wichtige Rolle bei der Ätiologie der Pulpitis und der apikalen Parodontitiden spielt und in Zusammenhang mit der Entwicklung von schweren, rasch fortschreitenden Abszessen steht (12).

Perlweiß intensivweiß, Rotweiß, Friscodent, Oral B Zendium sind gegen *E. coli* weniger wirksam. Gleich so verhält es sich mit Oral B Zendium und Pearls & Dents bei *E. faecalis*.

Das größte antimikrobielle Potential besitzt laut dieser in-vitro Untersuchung Parodontax. Es inaktivierte als einzige Zahncreme *P. aeruginosa*, als resistantesten der acht ausgewählten Keime, nach zwei Stunden Einwirkzeit vollständig.

Ob extra zugesetzte antimikrobielle Substanzen die bakterizide Wirkung einer Zahnpasta entscheidend verbessern, ist zu verneinen. Zwar zeigten triclosanhaltige, kräuterhaltige, mit Zinkverbindungen etc. versetzte Zahnpasten gute Ergebnisse, wurden doch aber von konventionellen Produkten ähnliche Werte erreicht. Die enzymhaltige Oral B Zendium schneidet sogar schlechter ab als die herkömmlichen Produkte.

Ein Preis-Leistungsvergleich macht deutlich, dass günstige Produkte den preisintensiveren nicht unterlegen sein müssen. In jeder Preiskategorie finden sich sowohl empfehlenswerte, als auch weniger leistungsstarke Produkte.

Zusammenfassend ist die antimikrobielle Wirksamkeit bei einem Großteil der Zahnpasten in-vitro als ausreichend zu bewerten. In-vivo beeinflussen die Substantivität von Wirkstoffen und die schwerer durchdringbare Plaque als komplexe Struktur die klinische Wirksamkeit der Pasten entscheidend. Durch die in-vitro ermittelten Ergebnisse wird somit lediglich das Potential der untersuchten Produkte deutlich. Ein gründliches Zähneputzen, bei dem auch schwierig zu erreichende Regionen gesäubert werden, ist deswegen unerlässlich. Bei der Durchmischung von Zahnpasta und Plaque können die Zahnpasten schließlich ihre antimikrobielle

Plaque können die Zahnpasten schließlich ihre antimikrobielle Wirkung am besten entfalten.

## **8. Literaturverzeichnis**

- (1) Arweiler N B, Ausschil T M, Baguley N, Netuschil L, Sculean, A. Efficacy of an amine fluoride- Triclosan mouthrinse as compared to the individual active ingredients. J Clin Periodontal. 2003;30: 192 – 196.
- (2) Arweiler N B, Netuschil L, Reich E. Ein Leitfaden zur Anwendung von antimikrobiellen Wirkstoffen in der Mundhöhle. GlaxoSmithKline (2000).
- (3) Benthin K, Gerckens B, Krüger W. Vergleichende Untersuchung zur antimikrobiellen Wirksamkeit von Zahnpasten und Zahnpastenbestandteilen. Dtsch. Zahnärztl. Z. 1994;49 – 5: 409 - 411.
- (4) Binney A, Addy M, McKeown S, Everatt L. The choice of controls in toothpaste studies. J Clin Periodontal. 1996;23: 456 - 459.
- (5) Bodenschatz W. Desinfektion- Sterilisation, Reinigung, Schädlingsbekämpfung: Rechtsvorschriften und Materialien. Behr's Verlag, 2001.
- (6) Breitenmoser T H W. The antiglycolytic action on dental plaque of amine chlorides. Helv. Odont. Acta. 1975;19: 13.
- (7) Charles C H, Mostler K M, Bartels L L, Mankodi S M. Comparative antiplaque and antigingivitis effectiveness of a chlorhexidin and an essential oil mouthrinse: 6 month clinical trial. J Clin Periodontal. 2004;31: 878 – 884.
- (8) Dental- Kosmetik GmbH High Dent. Zahnarzt- Information el-ce med Sensitiv.
- (9) Flores – de – Jacoby L Möglichkeiten der Plaque- und Gingivitisprävention – Neue Erkenntnisse zum Wirkstoffsystem Aminfluorid/ Zinnfluorid. Quintessenz Verlags- GmbH. 1991.
- (10) GABA GmbH. Wissenschaftliche Informationen zur Karies- und Gingivitis- Prophylaxe Herstellerangaben zu Elmex und Aronal. 2004.
- (11) Gehring F. Wirkung von Aminfluorid und Natriumfluorid auf Keime der Plaqueflora. Dtsch. Zahnärztl. Z. 1983;38: 36.
- (12) Hellwig E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung. Urban & Fischer. 1999.
- (13) Hermann U, Mühlemann H R. Inhibition of salivary respiration and glycolysis by an organic fluoride. Helv Odont Acta. 1958;2: 28.

- (14) Imfeld Th. In-vitro Untersuchung der mechanischen Wirkung der Sensitiv- Zahnpasten des Schweizer Marktes. Schweiz Monat-schr Zahnmed. 2002;112: 104 – 108.
- (15) Internet Lexikon der GABA-Deutschland. [www.gaba-dent.de](http://www.gaba-dent.de).
- (16) Lehmann R. Ökologie der Mundhöhle. Thieme-Verlag. 1991.
- (17) Lorenz K, Netuschil L, Noack B, Brex M, Hoffmann Th. Zeitdauer der antibakteriellen Wirkung Triclosan-haltiger Zahnpasten in vivo. Dtsch Zahnärztl Z. 2002;57 – 5 : 279 – 282.
- (18) Marsh P D. Microbiological Aspects of the chemical control of plaque and gingivitis. J Dent Res. 1992;71 – 7: 1431 - 1438.
- (19) Marsh P D, Martin M V. Orale Mikrobiologie. Thieme Verlag. 2003.
- (20) Moran J, Addy M, Newcombe R. Comparison of the effect of toothpastes containing enzymes or antimicrobial compounds with a conventional fluoride toothpaste on the development of plaque and gingivitis. J Clin Periodontal. 1989;16: 295 - 299.
- (21) Moran J, Addy M, Newcombe R. The antibacterial effect of toothpaste on the salivary flora. J Clin Periodontal. 1988;15: 193 – 199.
- (22) Müller H-P. Parodontologie. Thieme- Verlag. 2001.
- (23) Nabi N, Mukerjee C, Schmid R, Gaffar A. In-vitro and in-vivo studies on triclosan/PVM/MA copolymer/NaF combination as an antiplaque agent. Am J Dent. 1989;2: 197 – 206.
- (24) Sander F G. Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Putzsystems. ZM 1997;22: Sonderdruck.
- (25) Schiffner U. Chemische Plaquekontrolle. Dtsch Zahnärztl Z. 2000;55: 160 - 167.
- (26) Schneider H. Plaque- Prophylaxe und Therapie. Appolonia- Verlag. 1998/99.
- (27) Splieth Ch. Professionelle Prävention. Quintessenz Verlags-GmbH. 2000.
- (28) Willershausen B, Gruber I, Hamm G. The influence of herbal ingredients on the plaque index and bleeding tendency of the gingiva. J of Clin Dent. 1991;23: 75 – 78.
- (29) Williams M. In-vitro antiplaque effects of a triclosan/copolymer mouthrinse. Am J Dent. 1990;3: Special Issue.
- (30) Yates R J, Shearer B H, Morgan R, Addy M. A Modification to the experimental gingivitis protocol to compare the antiplaque properties of two toothpastes. J Clin Periodontal. 2003;30: 119 – 124.

(31) Zimmer S. Kursskript Präventivzahnheilkunde Heinrich Heine Universität Düsseldorf. 2004.

## 9. Anhang

### 9.1. Grafische Darstellung der Ergebnisse des Agardiffusionstests

In den Abbildungen 7-138 muss berücksichtigt werden, dass der Durchmesser des Stanzzylinders 8 mm betrug. Ein eigentlicher Hemmhof muss also > 8 mm sein. War kein Effekt nachweisbar, wurde der Hemmhof mit 0 angegeben. Diese Darstellung ist üblich und entspricht z. B. der des Ablesens eines Agardiffusionstests zur Bestimmung der Empfindlichkeit gegenüber Antibiotika in der klinischen Mikrobiologie.

Die Angabe der Konzentration in der Abszisse der Abbildungen bezieht sich auf die Gebrauchskonzentration der jeweiligen Zahnpasta.

0,5 =  $\frac{1}{2}$  Gebrauchskonzentration

1 = Gebrauchskonzentration

2 = doppelte Gebrauchskonzentration

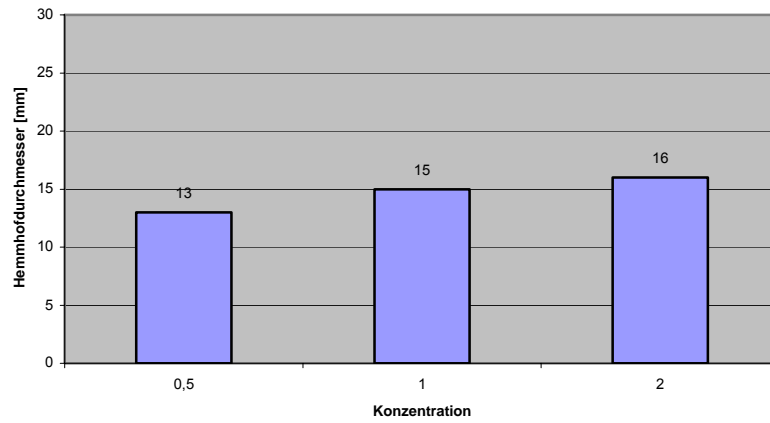


Abb. 7: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **elkadent**

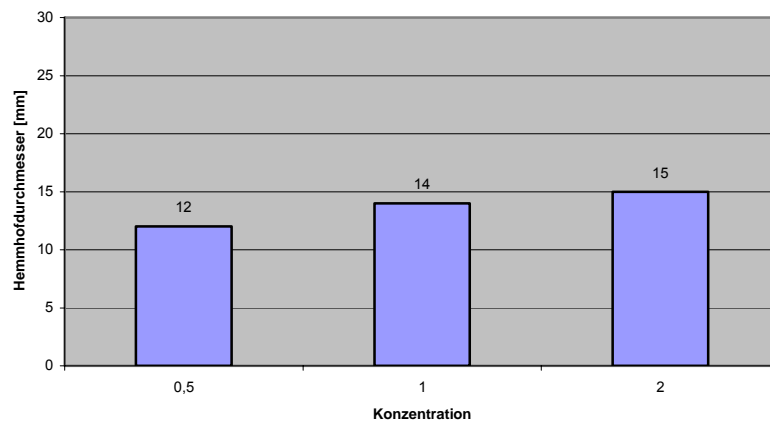


Abb. 8: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **el-ce med**

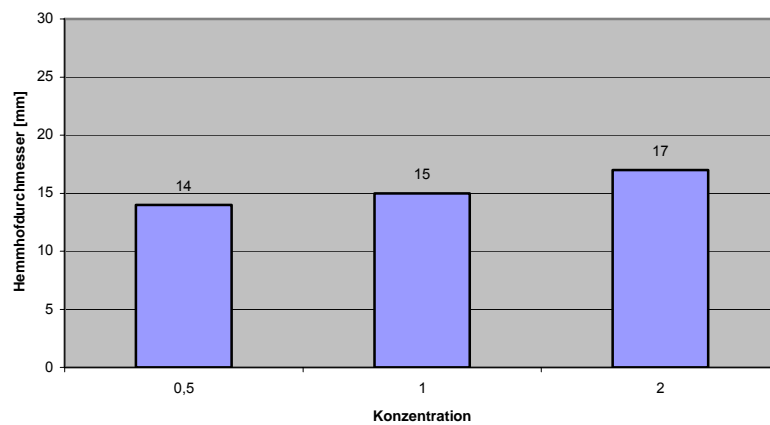


Abb. 9: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Totes-Meer-Salz**



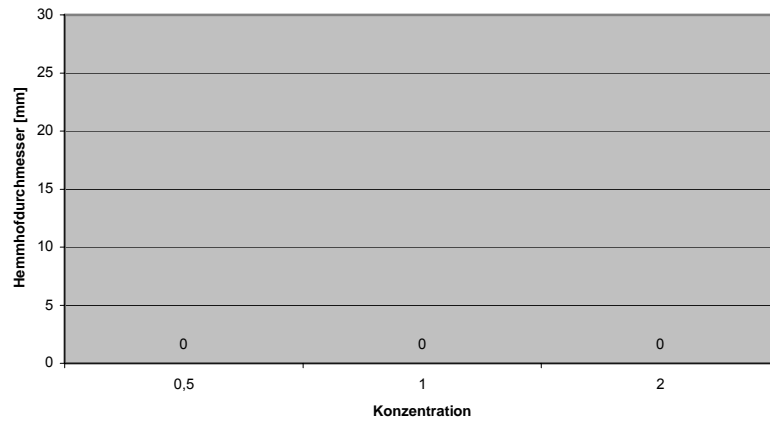


Abb. 10: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Pearls & Dents**

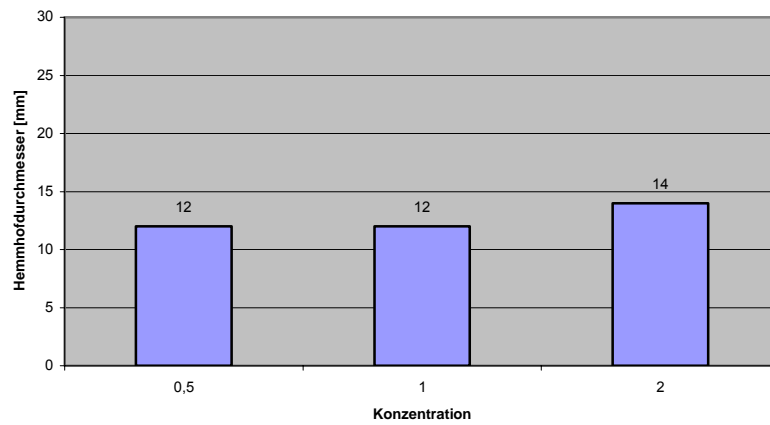


Abb. 11: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Meridol**

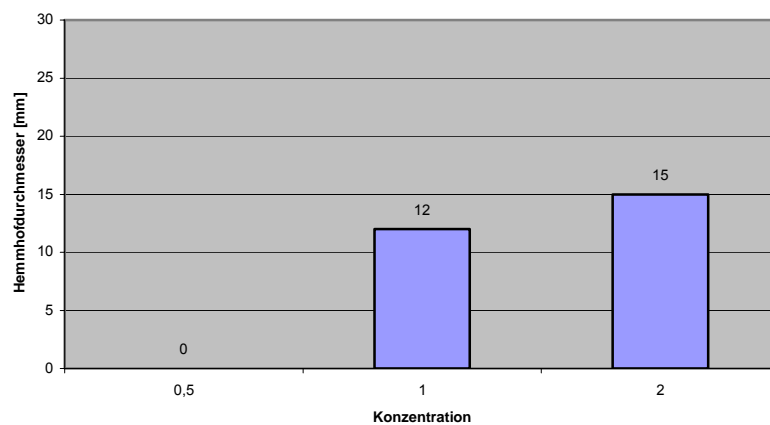


Abb. 12: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dr. Best**

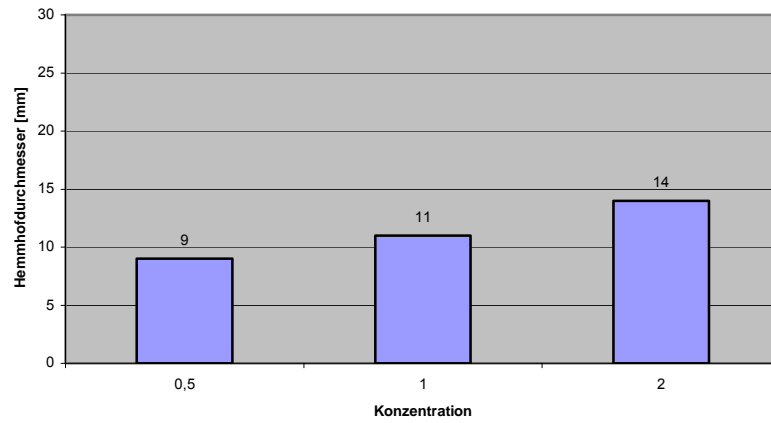


Abb. 13: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Parodontax**

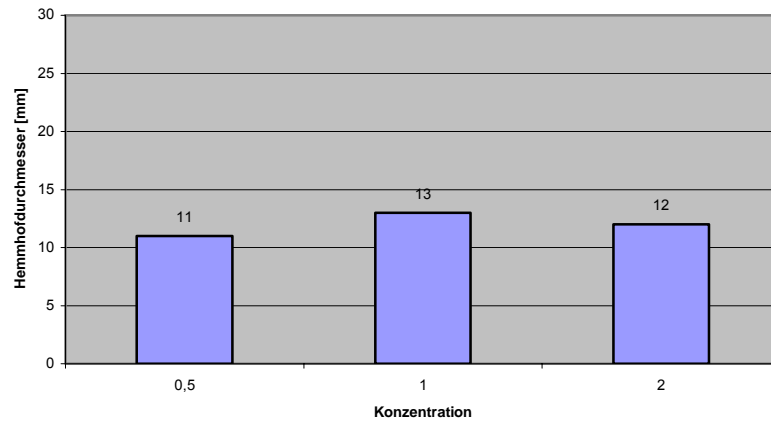


Abb. 14: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlodent**

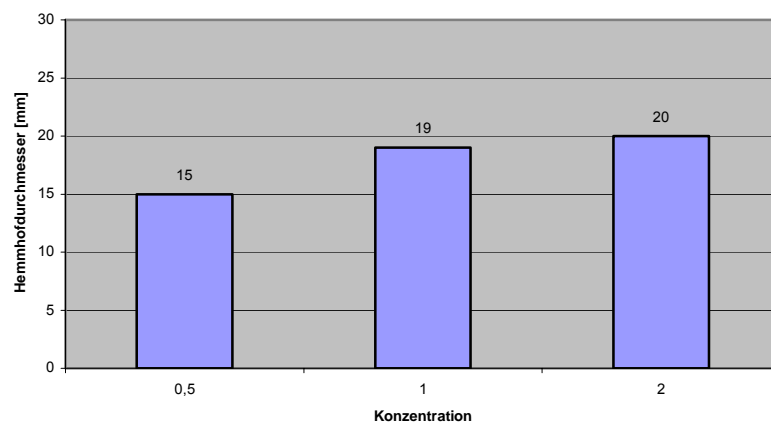


Abb. 15: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Theramed**

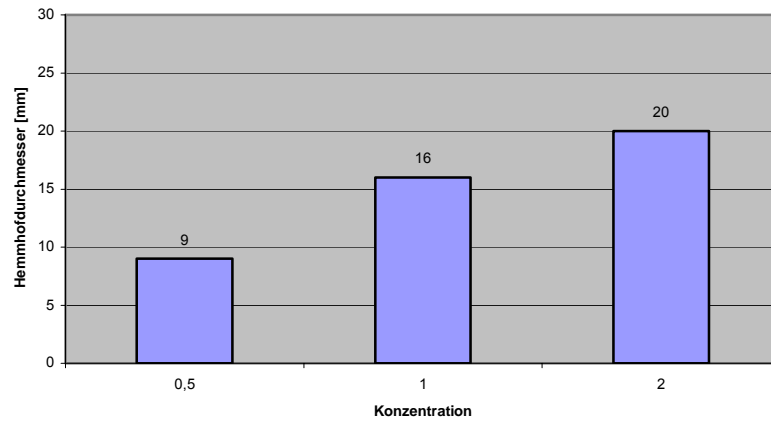


Abb. 16: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dentagard**

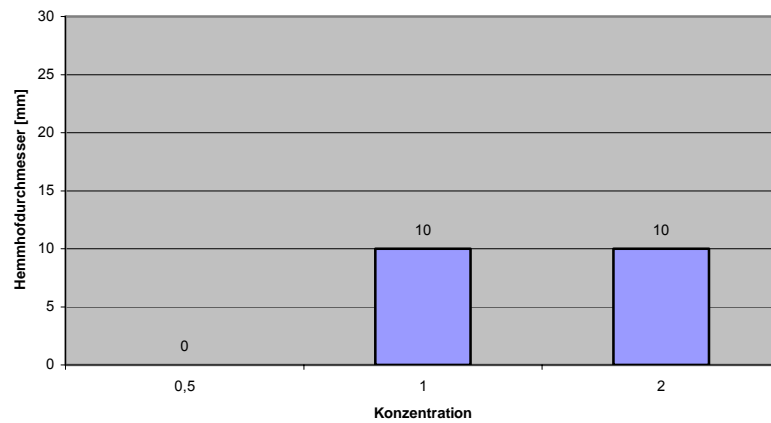


Abb. 17: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Elmex**

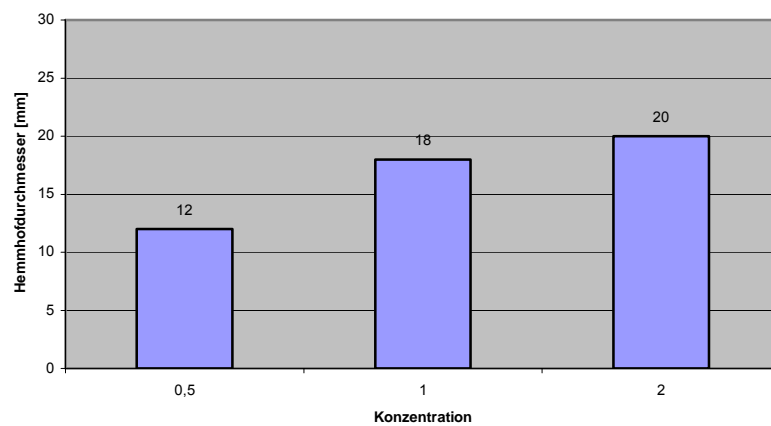


Abb. 18: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Colgate**

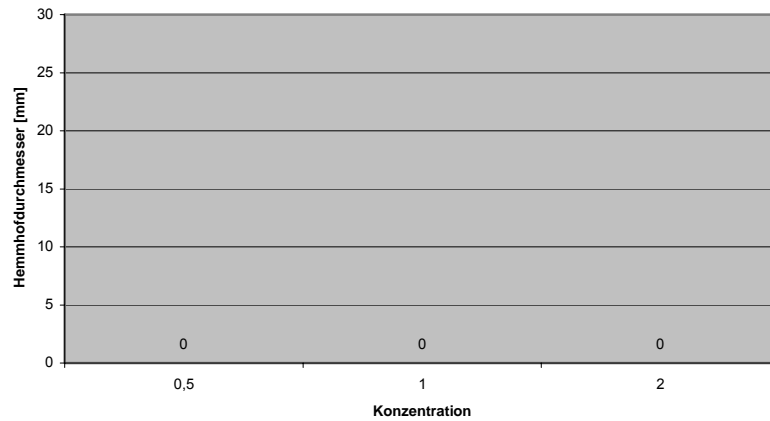


Abb. 19: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Signal**

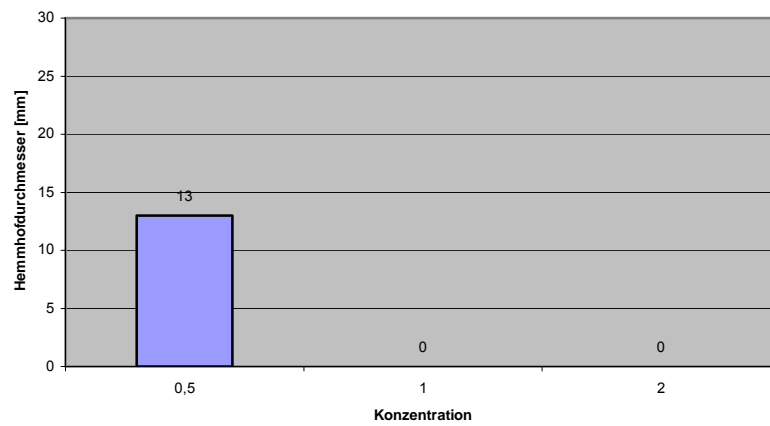


Abb. 20: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlweiß**

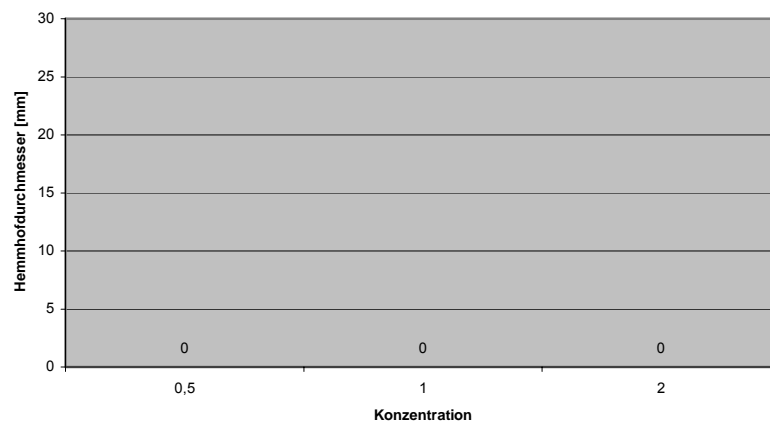


Abb. 21: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendamed**

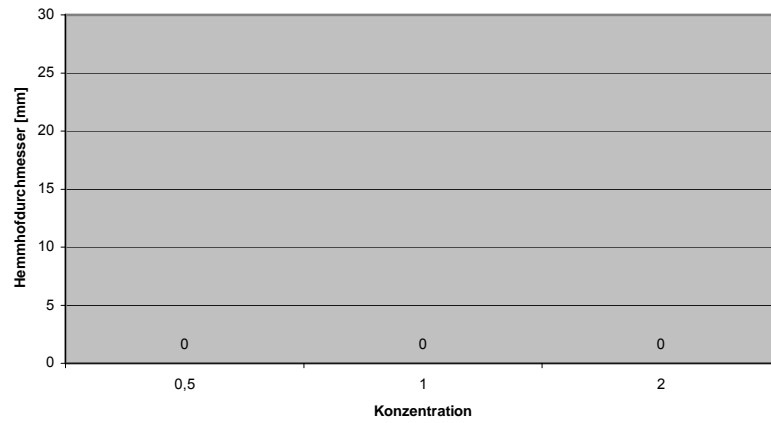


Abb. 22: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Rotweiß**

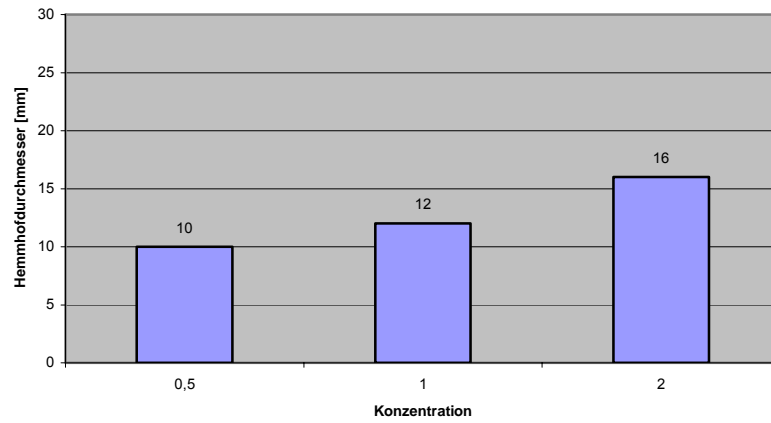


Abb. 23: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendax**

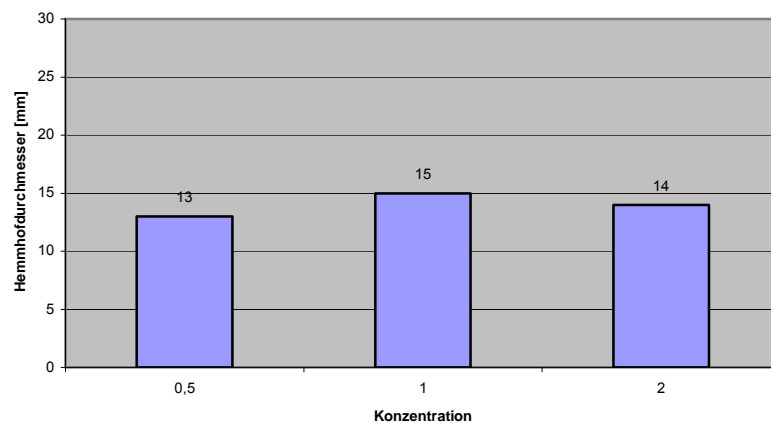


Abb. 24: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Ajona**

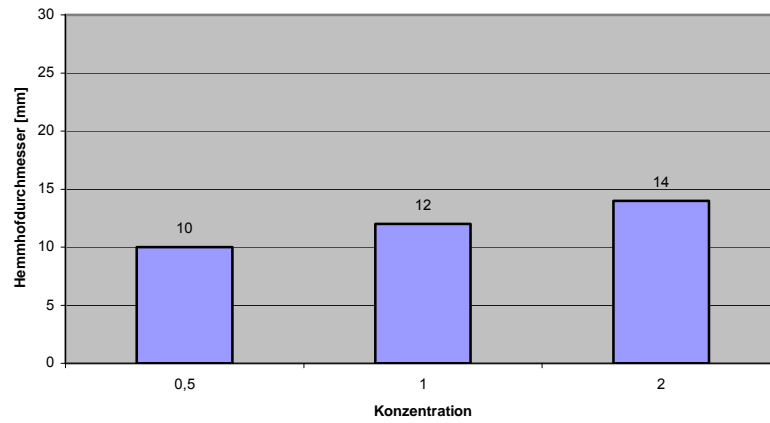


Abb. 25: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Friscodent**

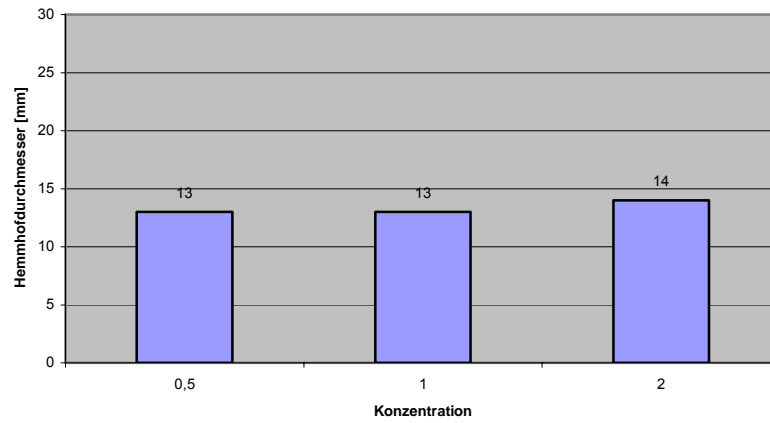


Abb. 26: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Mentadent**

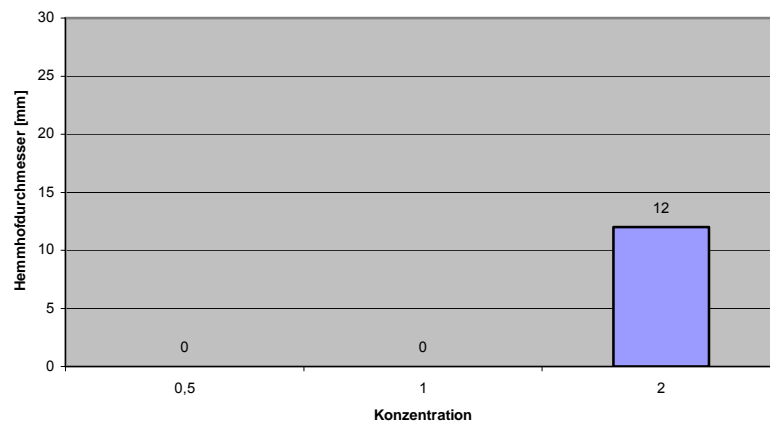


Abb. 27: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Sensodyne**

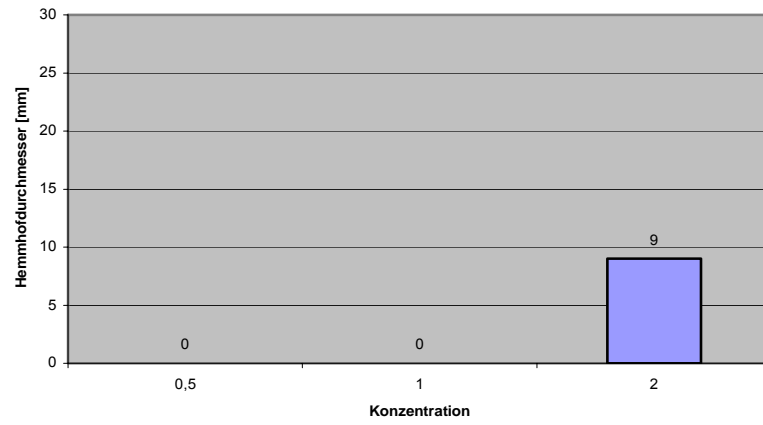


Abb. 28: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. salivarius** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Oral B Zendium**

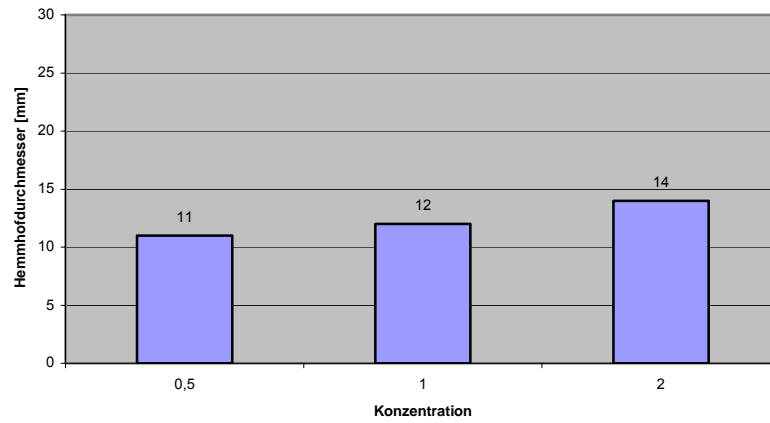


Abb. 29: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **elkadent**

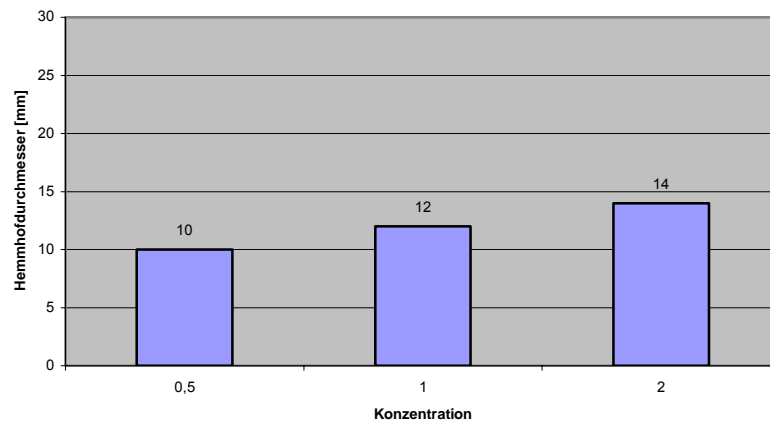


Abb. 30: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **el-ce med**

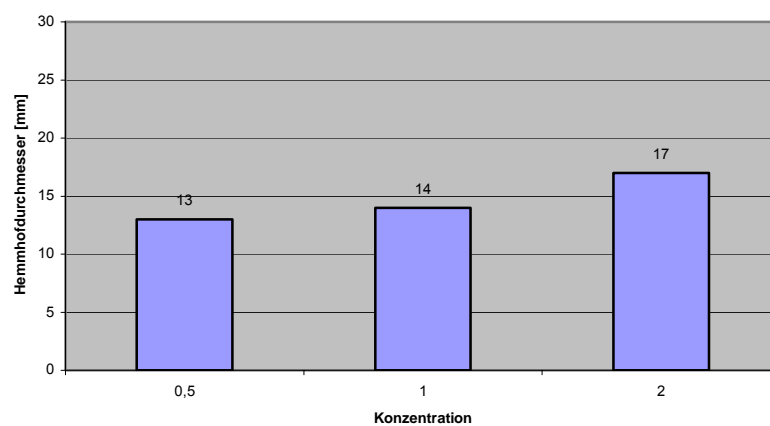


Abb. 31: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Totes-Meer-Salz**



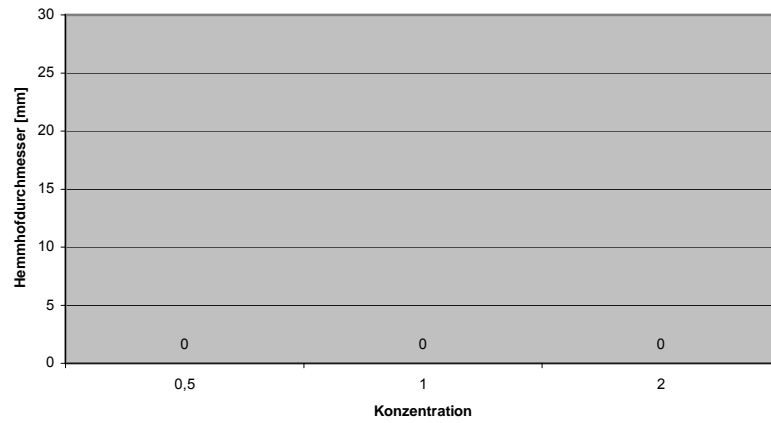


Abb. 32: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Pearls & Dents**

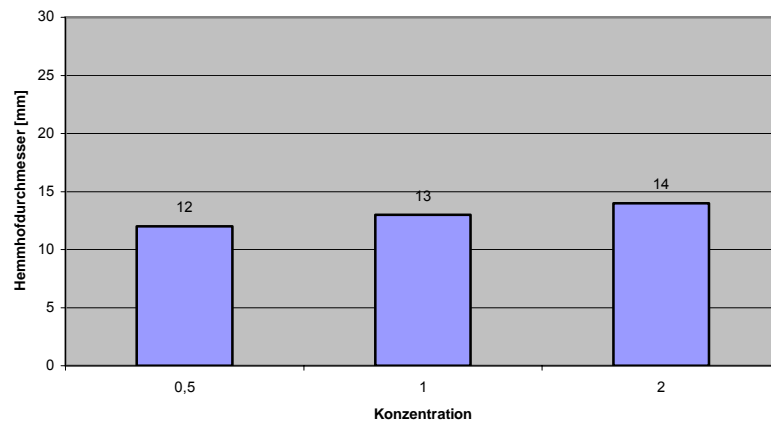


Abb. 33: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Meridol**

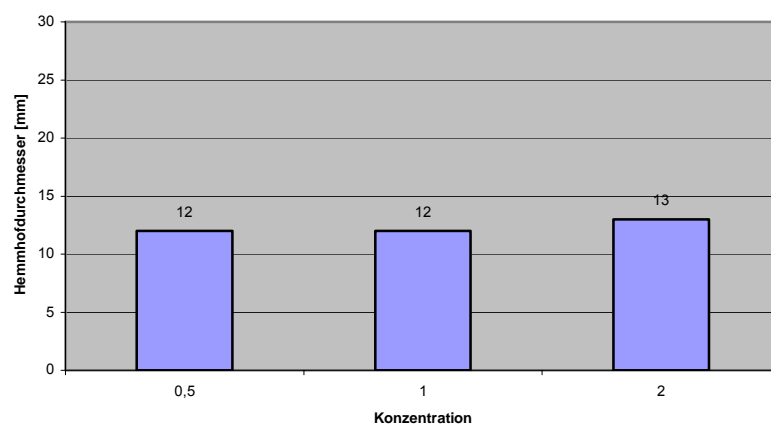


Abb. 34: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dr. Best**

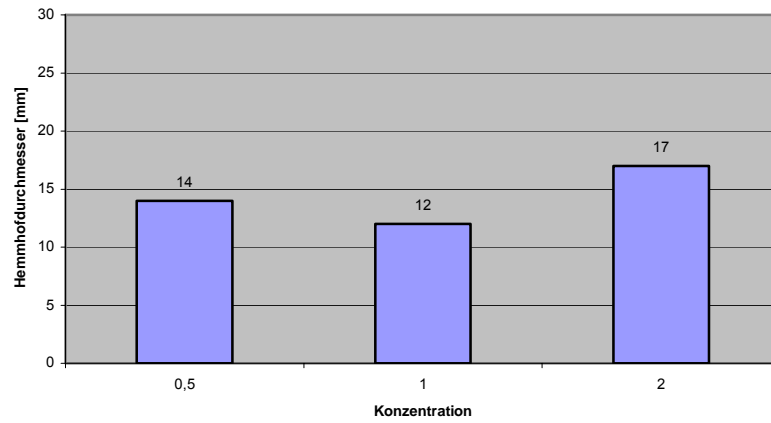


Abb. 35: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Parodontax**

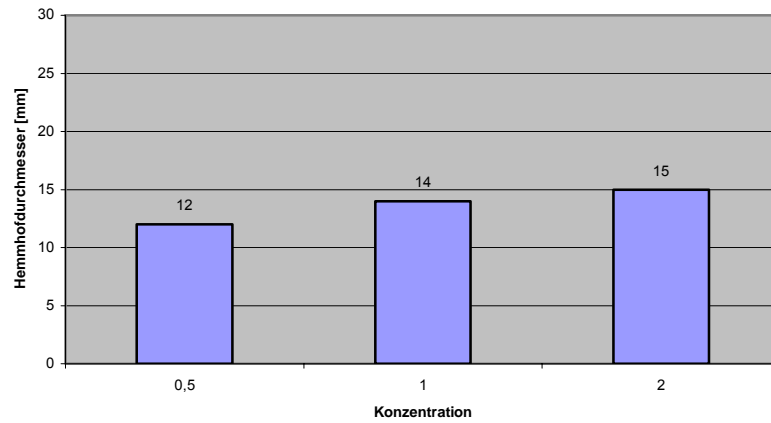


Abb. 36: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlodent**

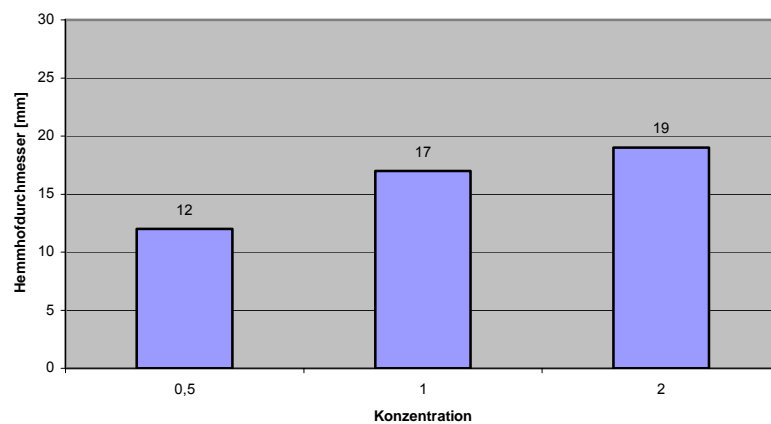


Abb. 37: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Theramed**

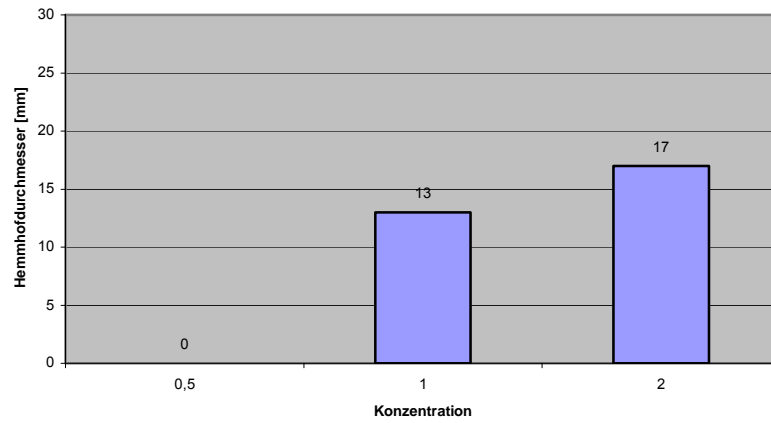


Abb. 38: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dentagard**

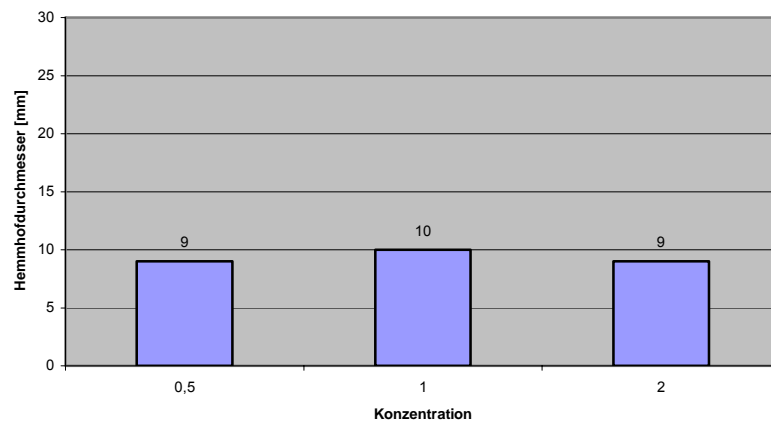


Abb. 39: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Elmex**

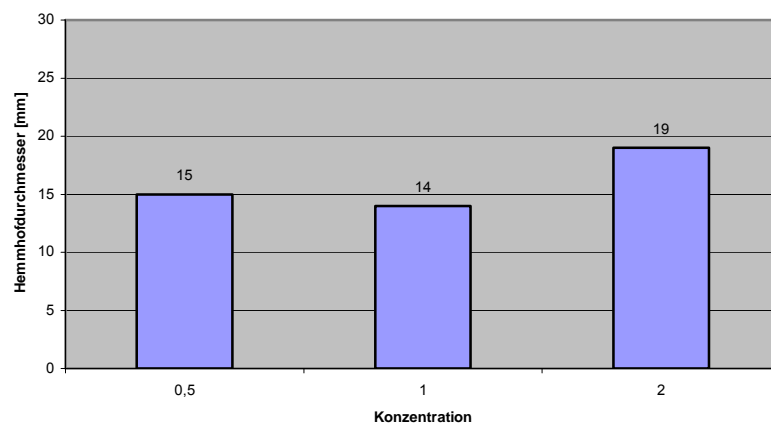


Abb. 40: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Colgate**

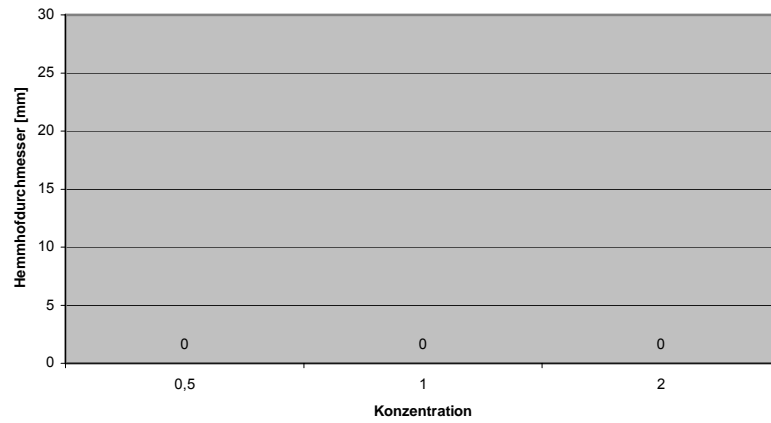


Abb. 41: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Signal**

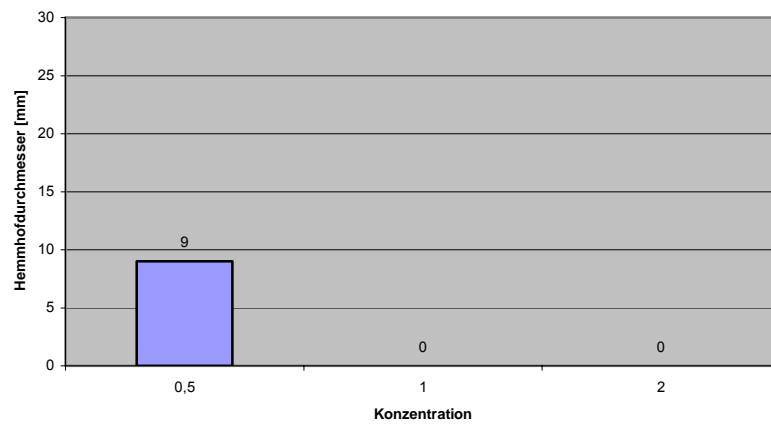


Abb. 42: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlweiß**

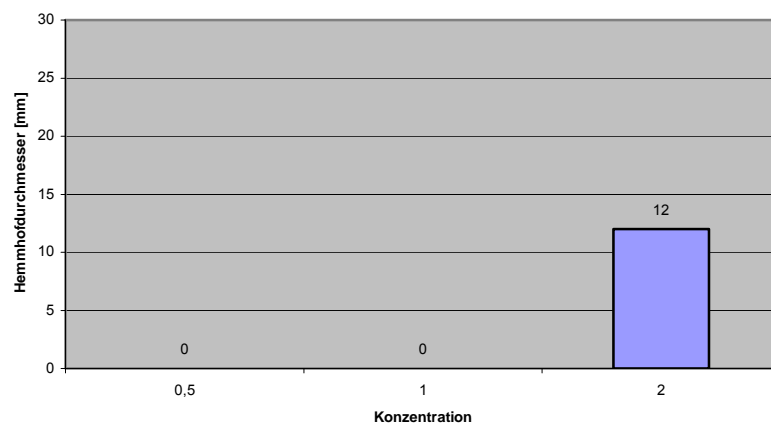


Abb. 43: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendamed**

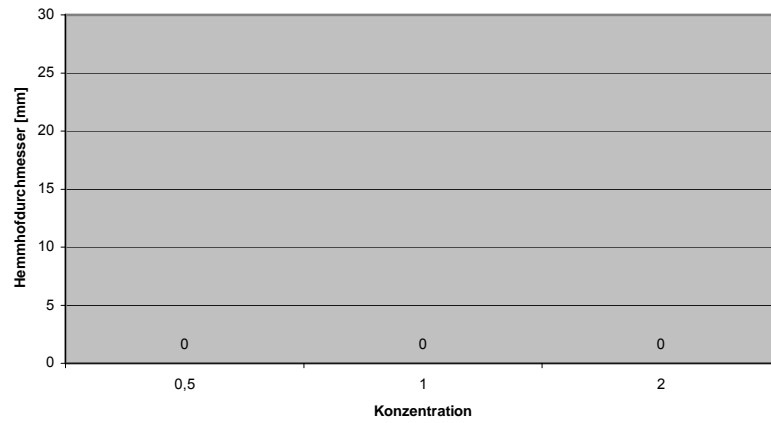


Abb. 44: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Rotweiß**

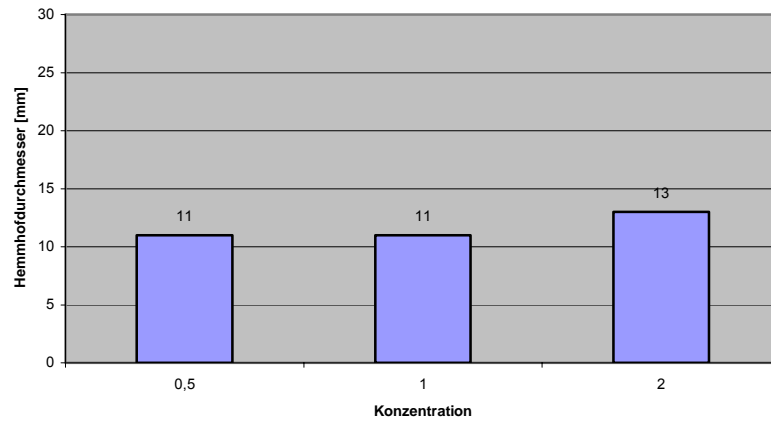


Abb. 45: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Blendax**

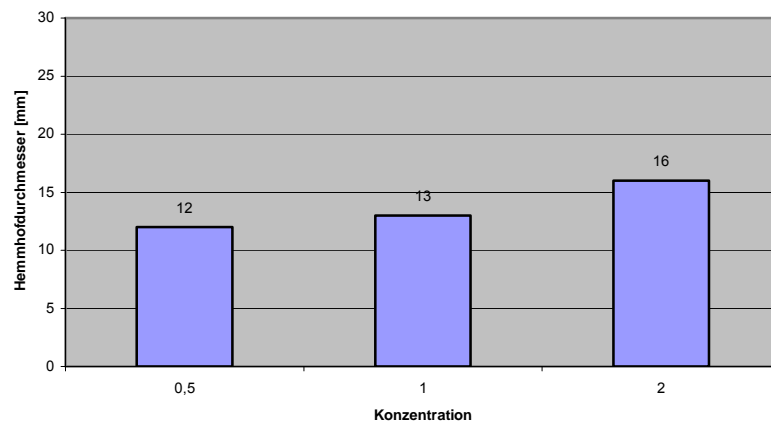


Abb. 46: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Ajona**

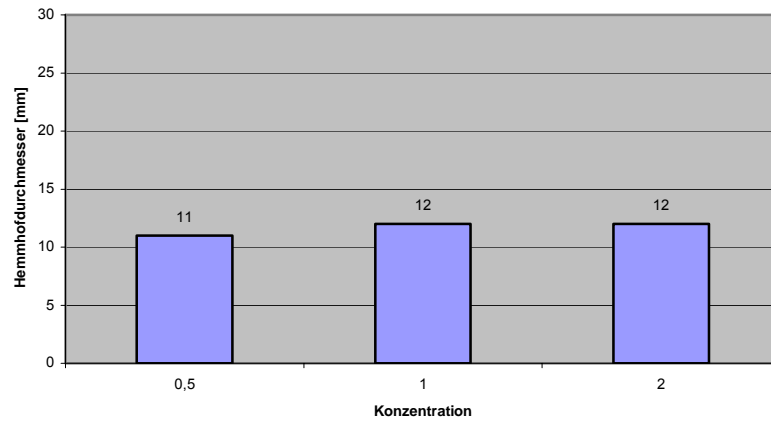


Abb. 47: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Friscodent**

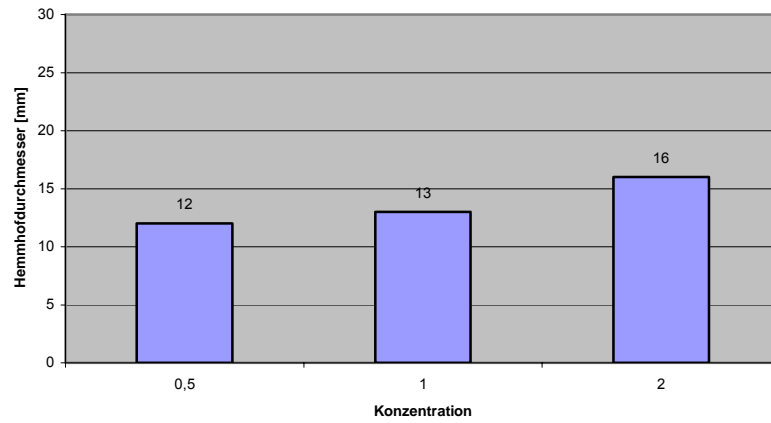


Abb. 48: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Mentadent**

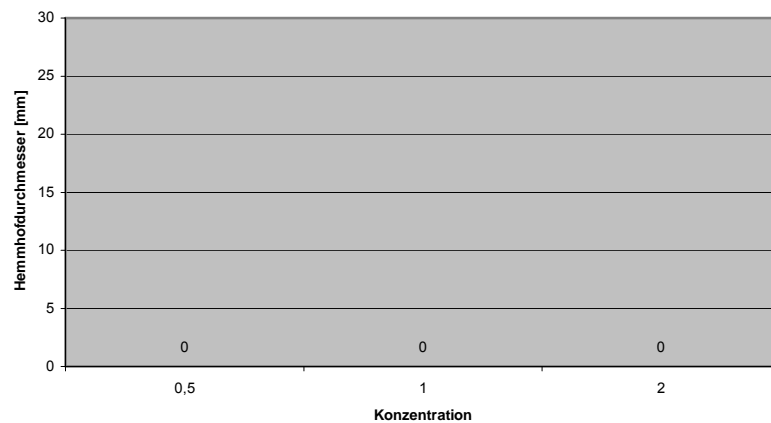


Abb. 49: Mittlerer Hemmhoftdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Sensodyne**

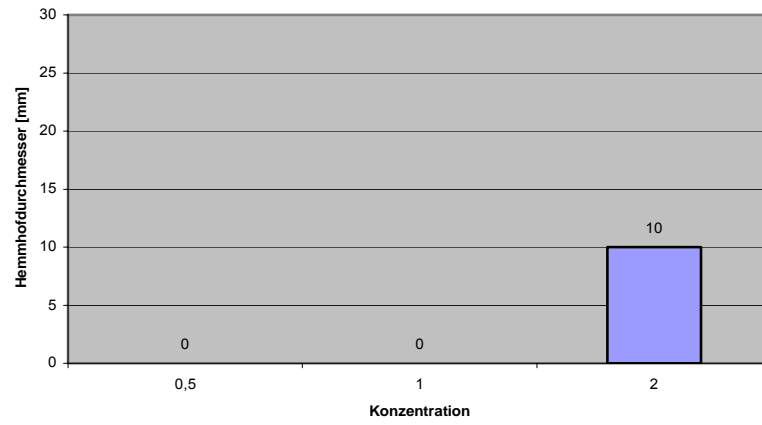


Abb. 50: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. sanguis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Oral B Zendium**

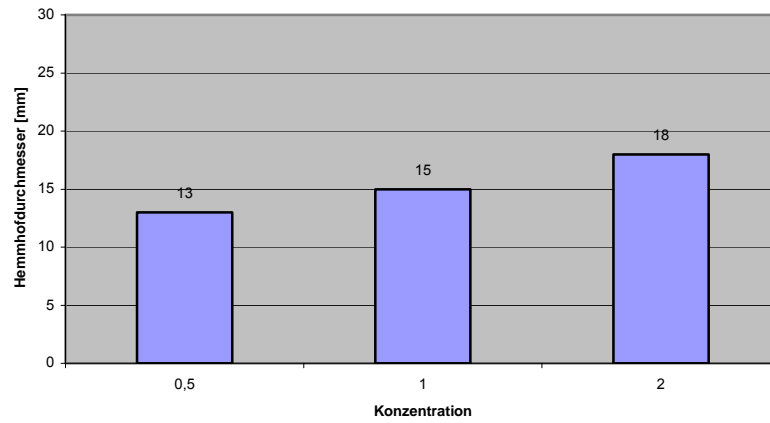


Abb. 51: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **elkadent**

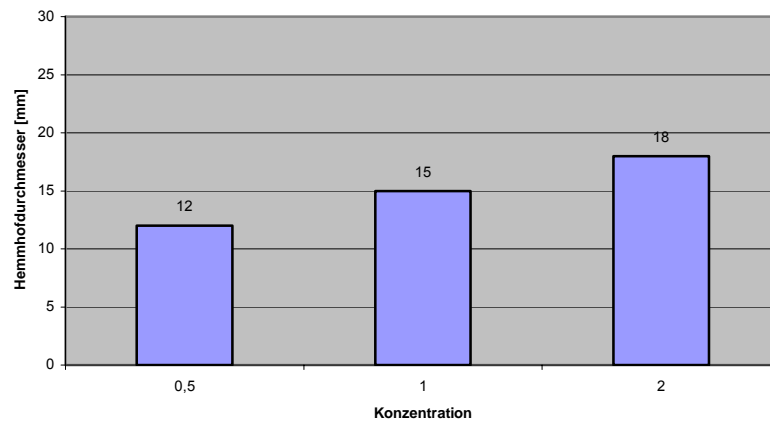


Abb. 52: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **el-ce med**

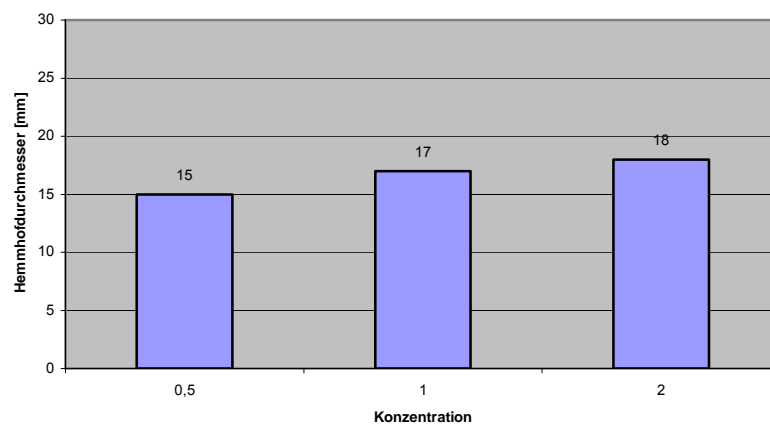


Abb. 53: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Totes-Meer-Salz**



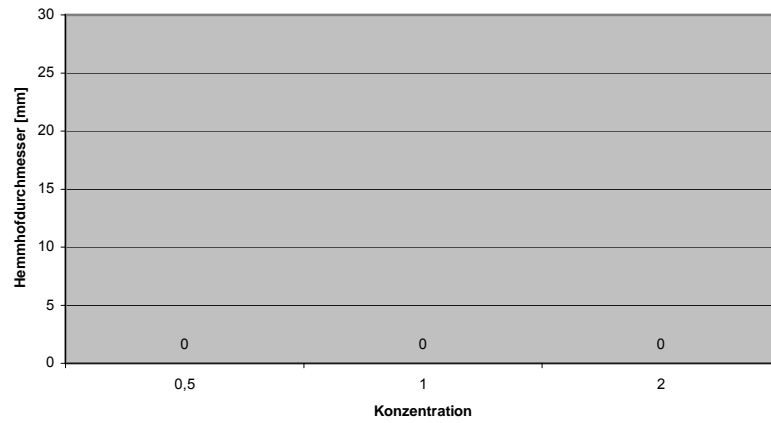


Abb. 54: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Pearls & Dents**

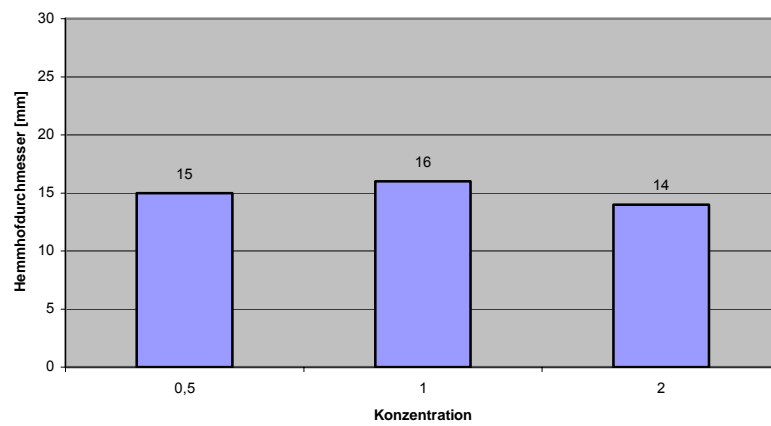


Abb. 55: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Meridol**

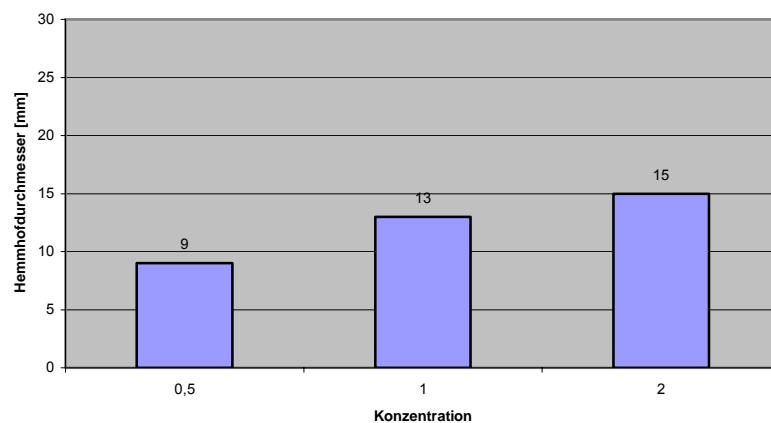


Abb. 56: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dr. Best**

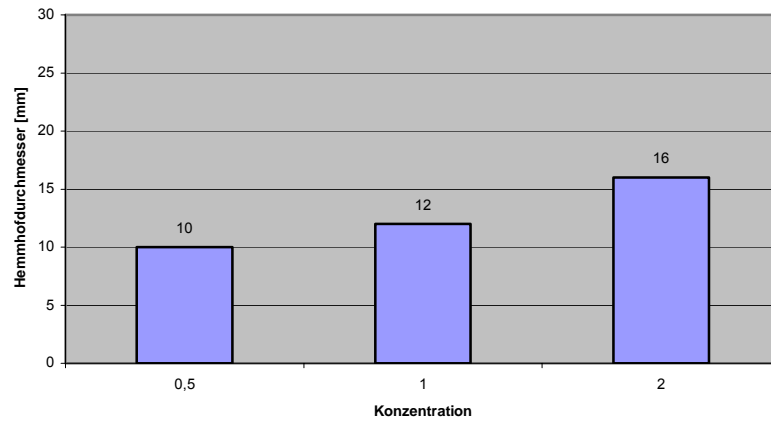


Abb. 57: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Parodontax**

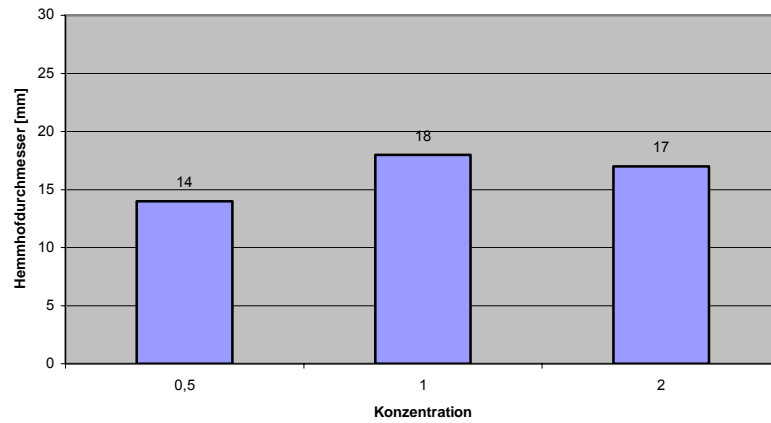


Abb. 58: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlodent**

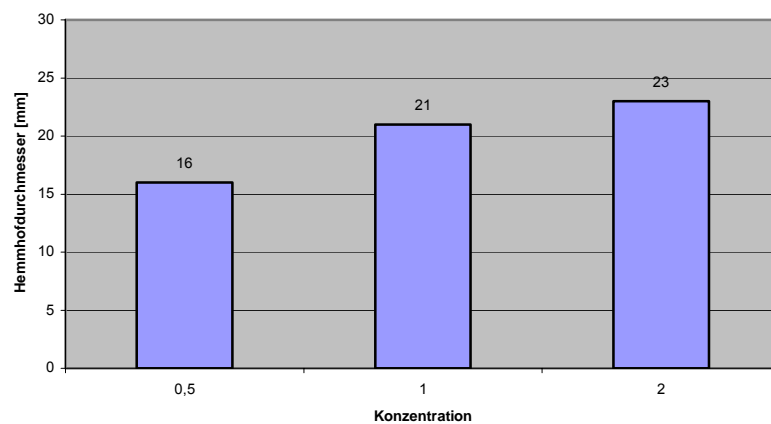


Abb. 59: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Theramed**

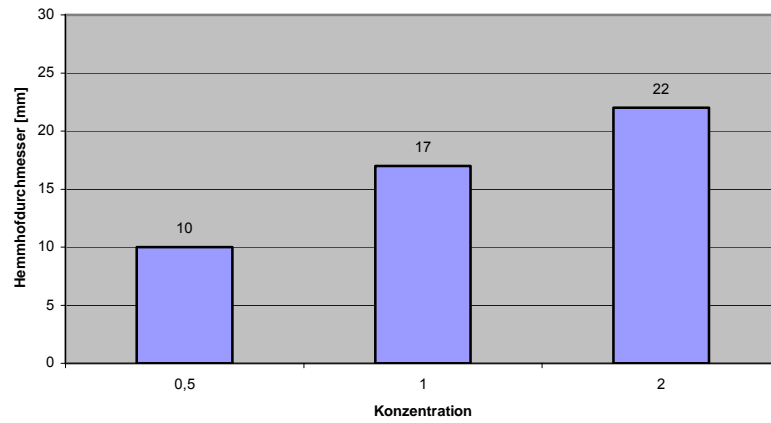


Abb. 60: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dentagard**

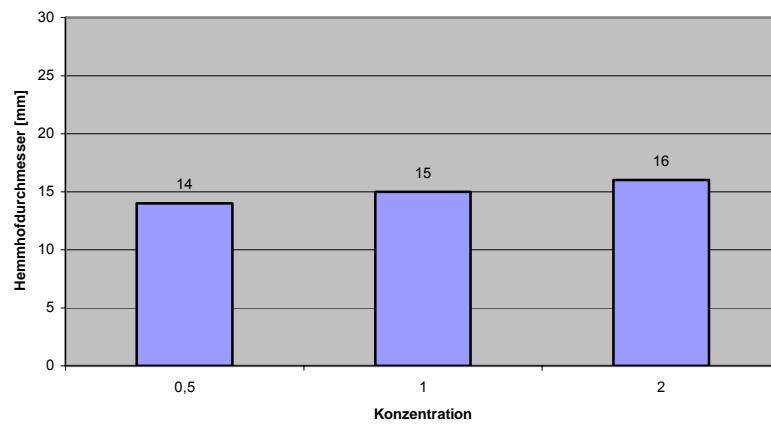


Abb. 61: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Elmex**

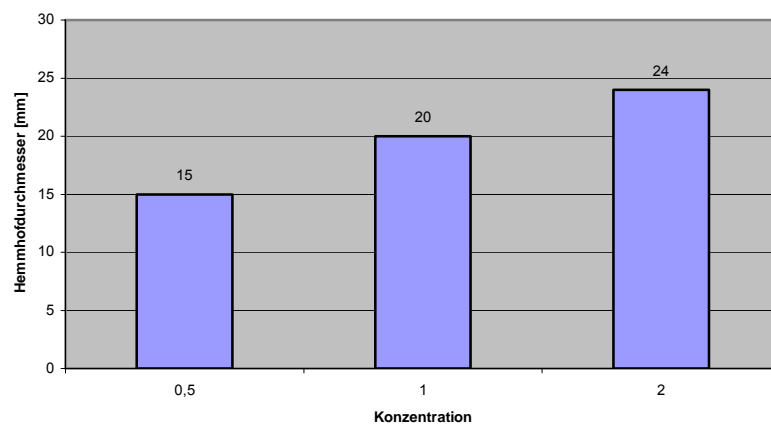


Abb. 62: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Colgate**

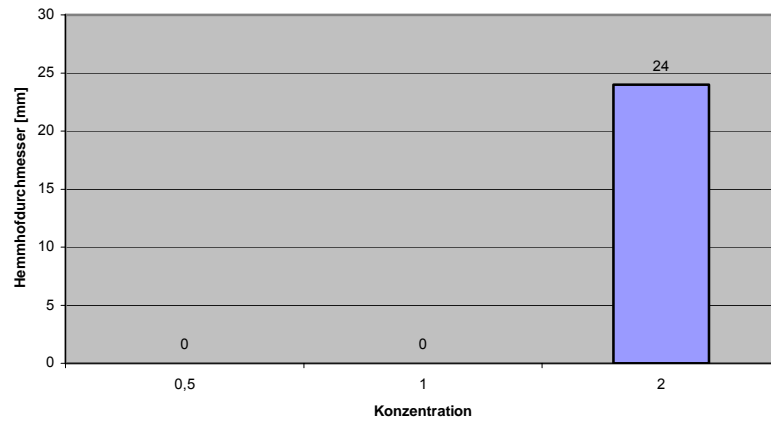


Abb. 63: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Signal**

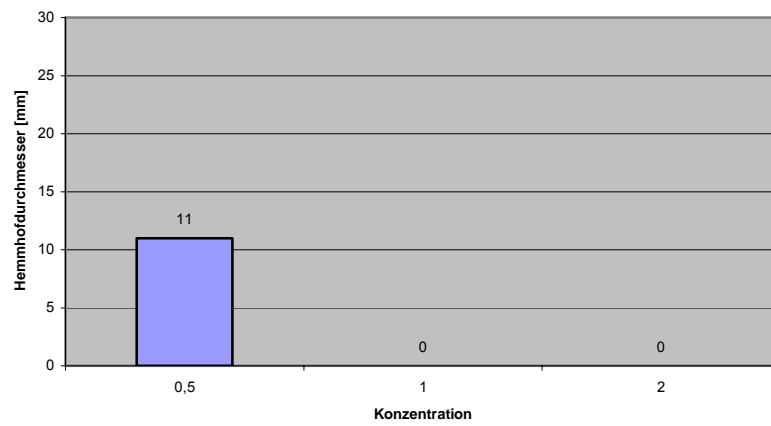


Abb. 64: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlweiß**

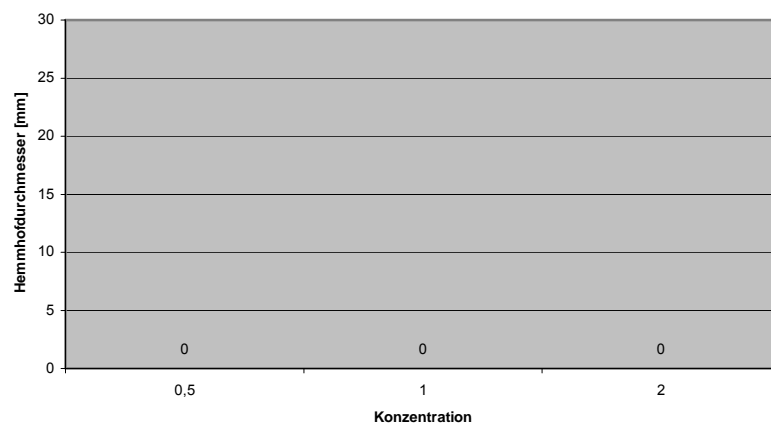


Abb. 65: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendamed**

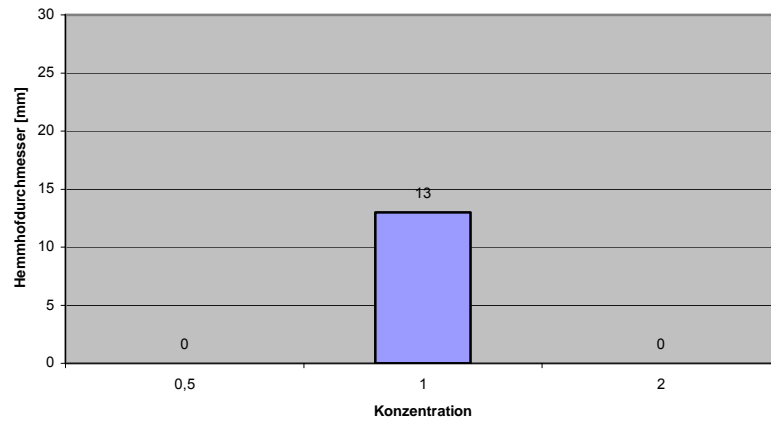


Abb. 66: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Rotweiß**

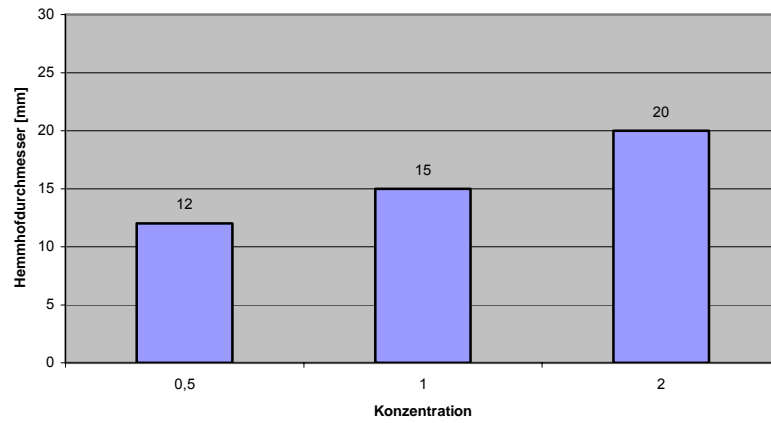


Abb. 67: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendax**

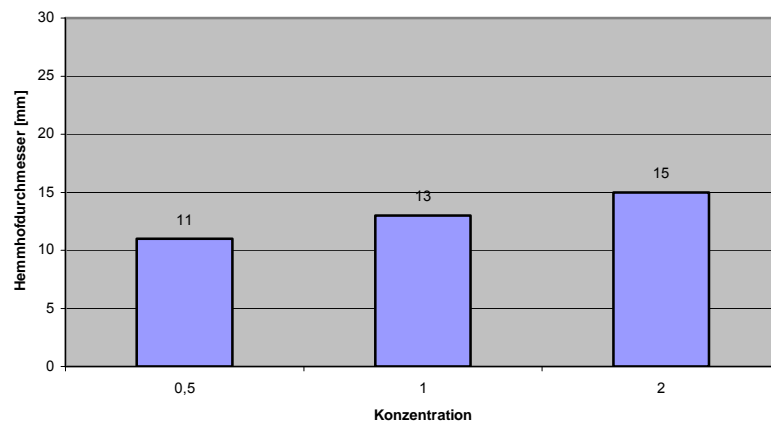


Abb. 68: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Ajona**

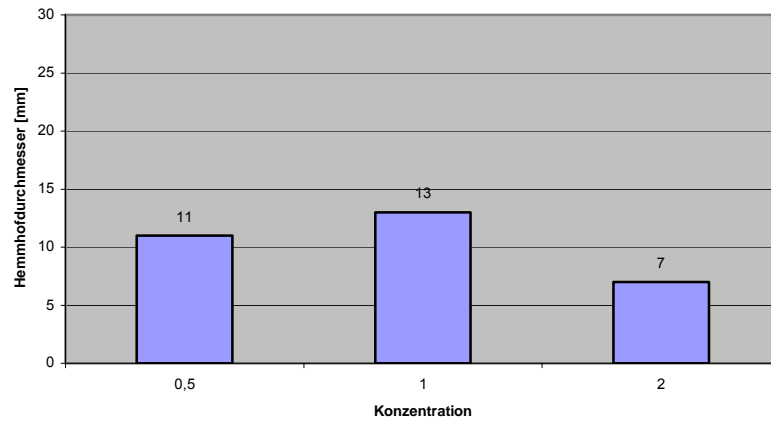


Abb. 69: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Friscodent**

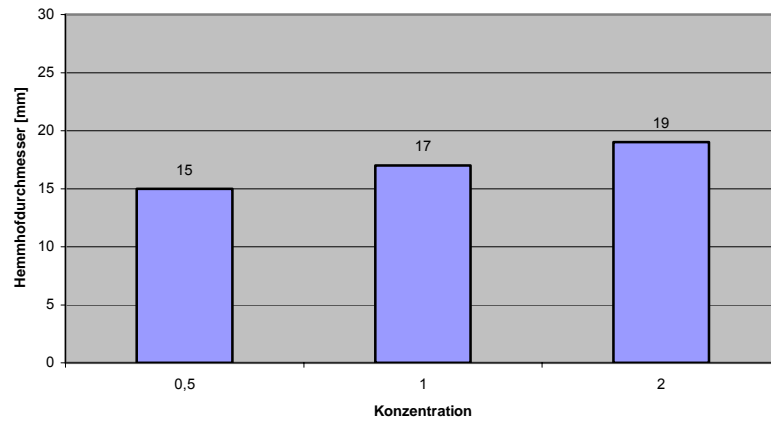


Abb. 70: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Mentadent**

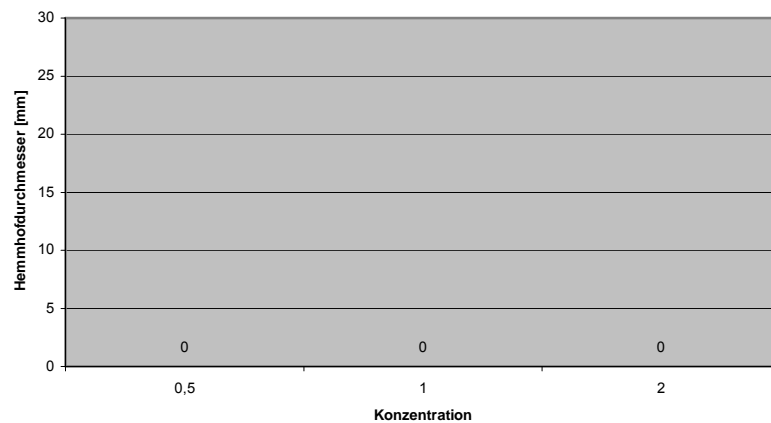


Abb. 71: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Sensodyne**

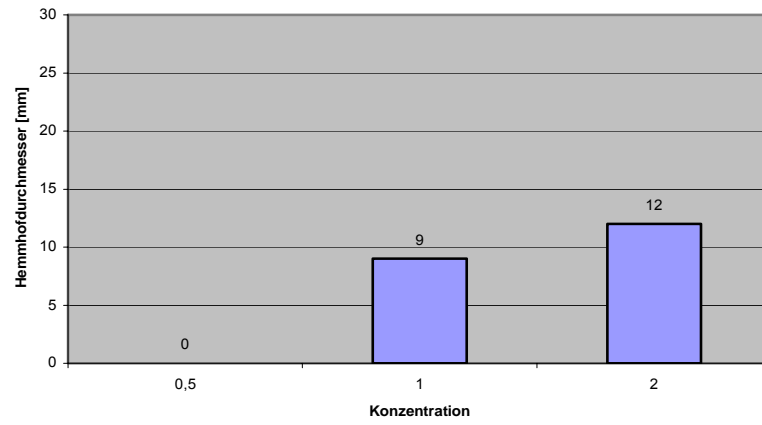


Abb. 72: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **S. mutans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Oral B Zendium**

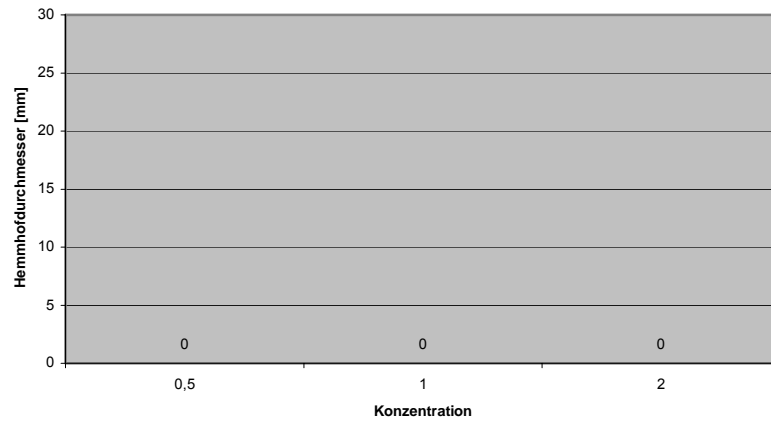


Abb. 73: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **elkadent**

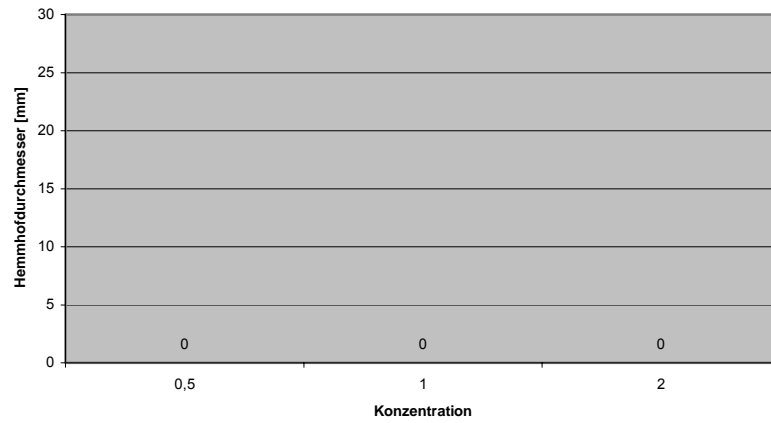


Abb. 74: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **el-ce med**

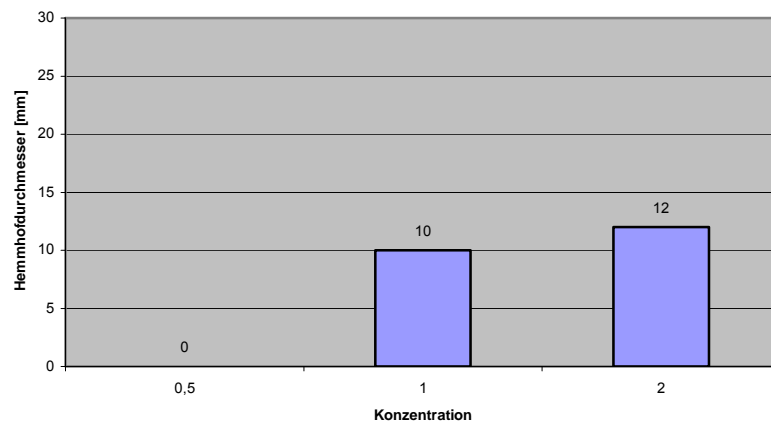


Abb. 75: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpaste **Totes-Meer-Salz**



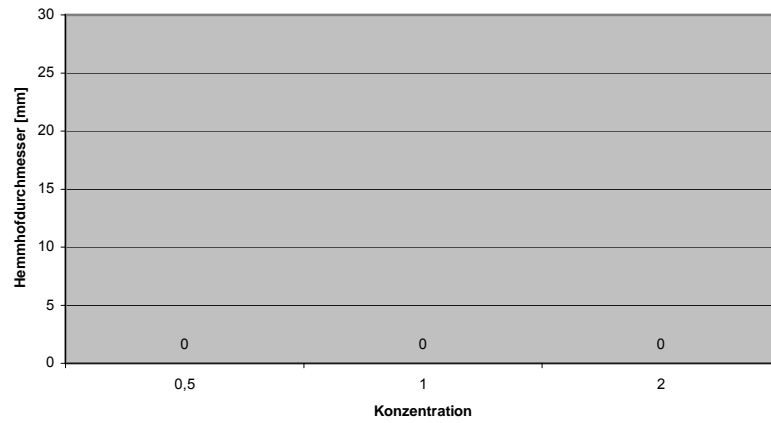


Abb. 76: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Pearls & Dents**

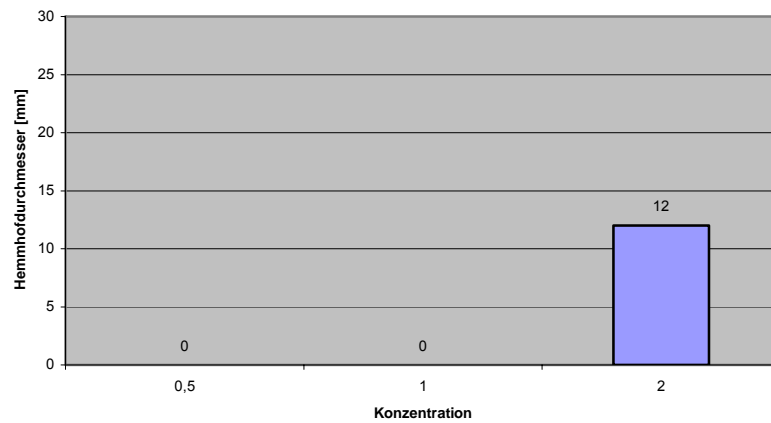


Abb. 77: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Meridol**

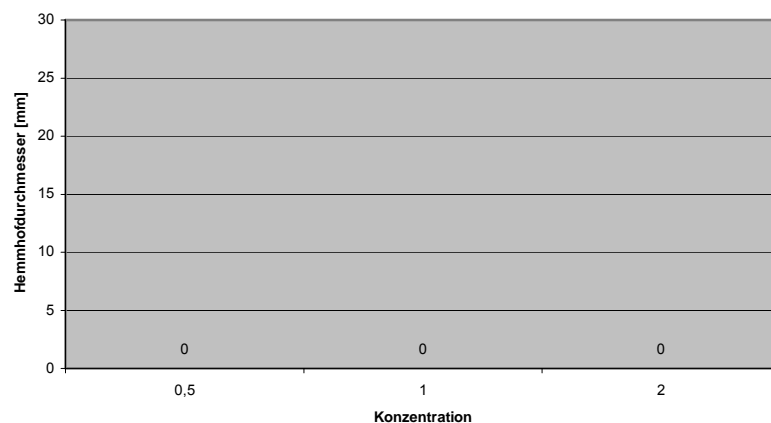


Abb. 78: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dr. Best**

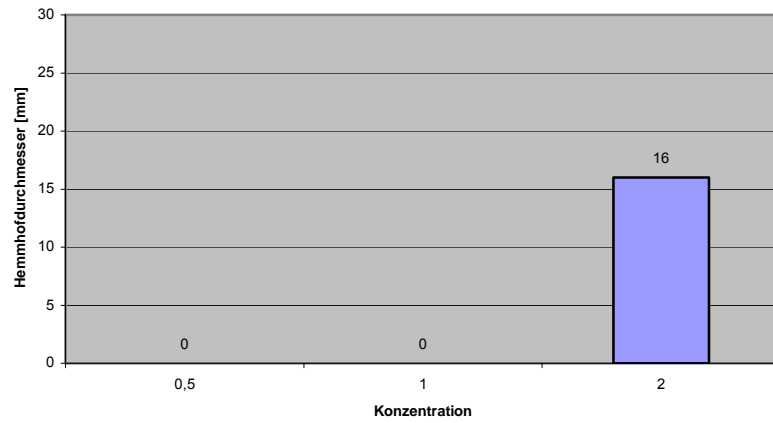


Abb. 79: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Parodontax**

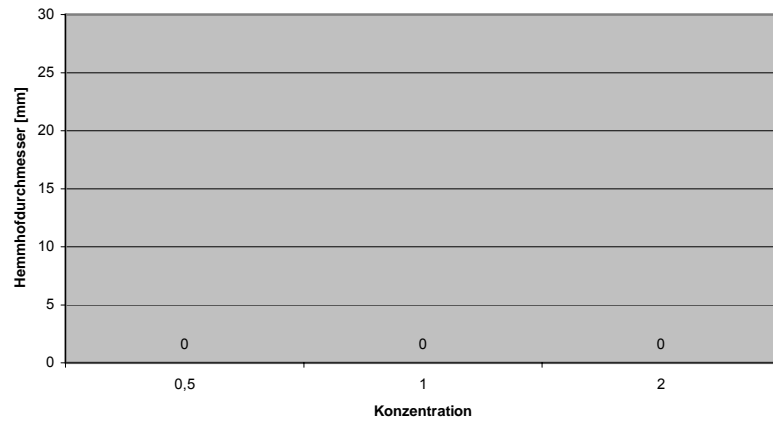


Abb. 80: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlodent**

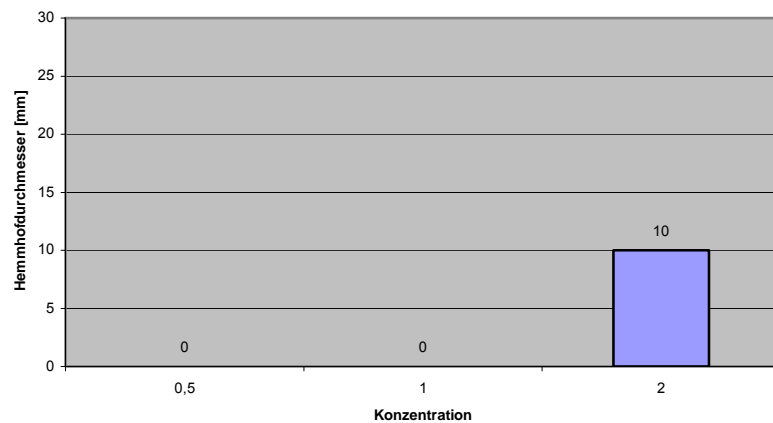


Abb. 81: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Theramed**

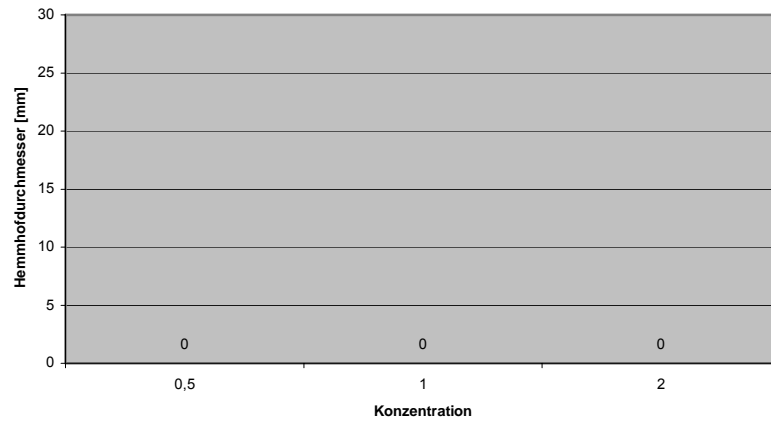


Abb. 82: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dentagard**

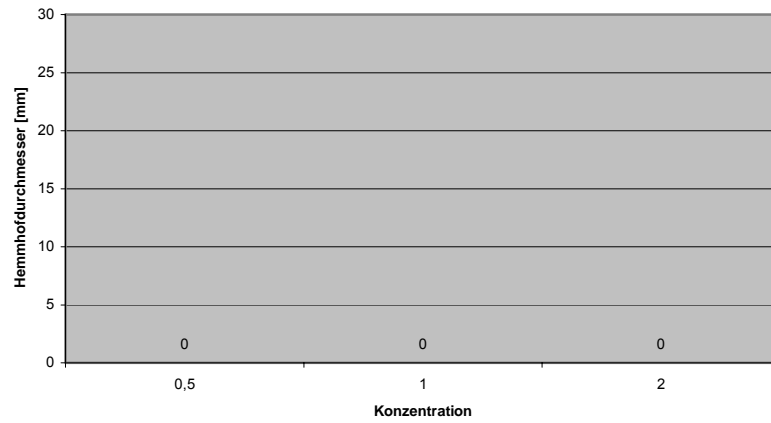


Abb. 83: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Elmex**

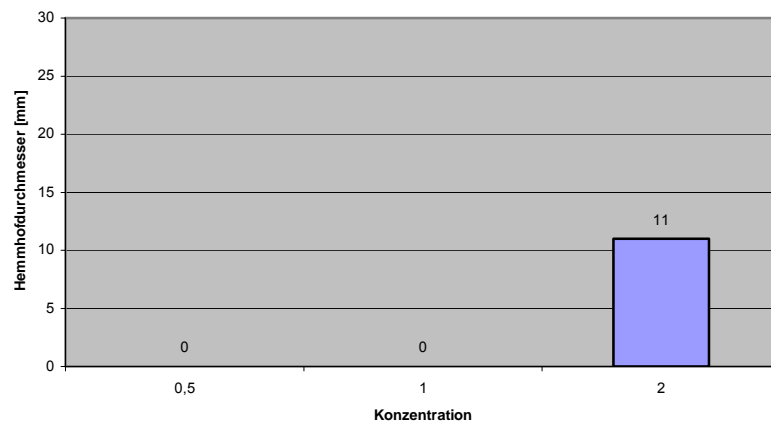


Abb. 84: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Colgate**

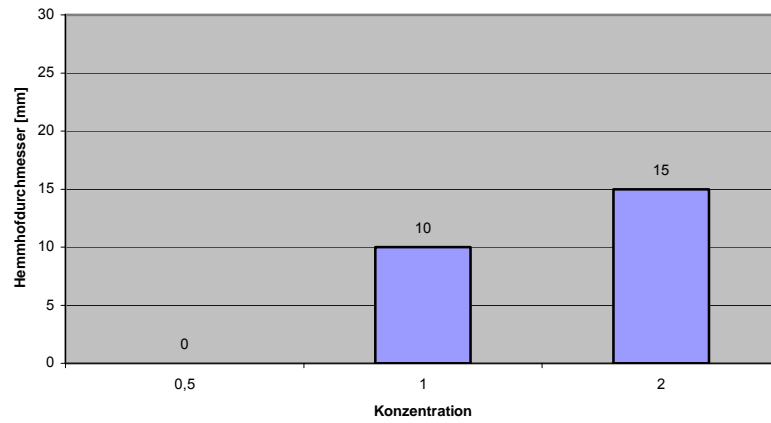


Abb. 85: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Signal**

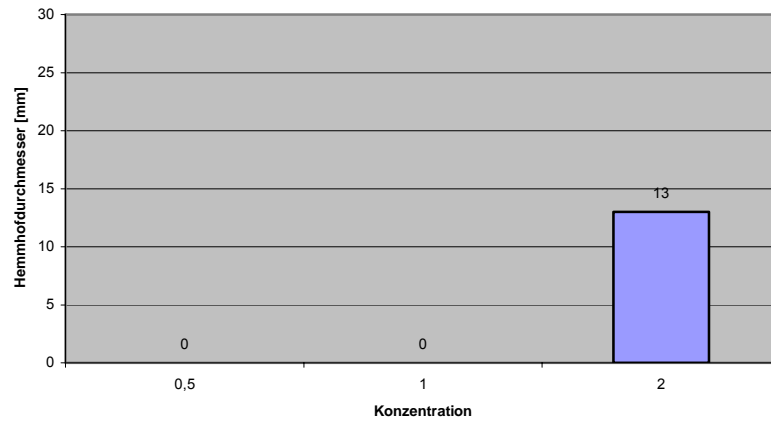


Abb. 86: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlweiß**

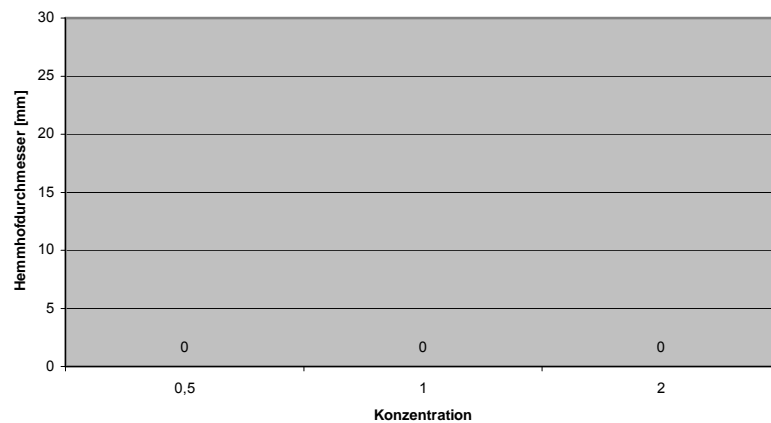


Abb. 87: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendamed**

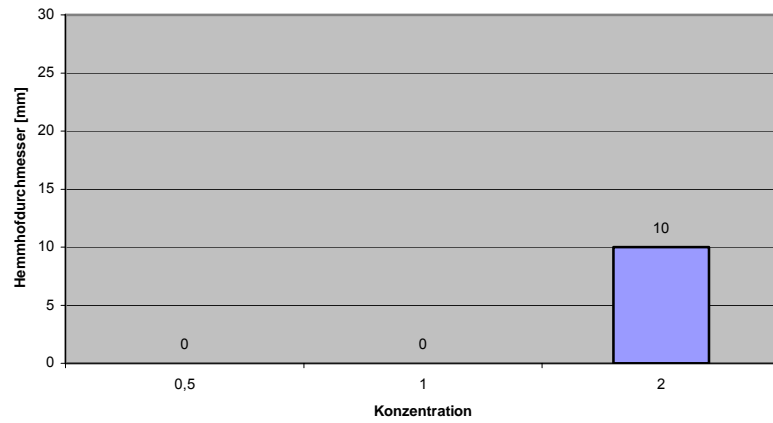


Abb. 88: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Rotweiß**

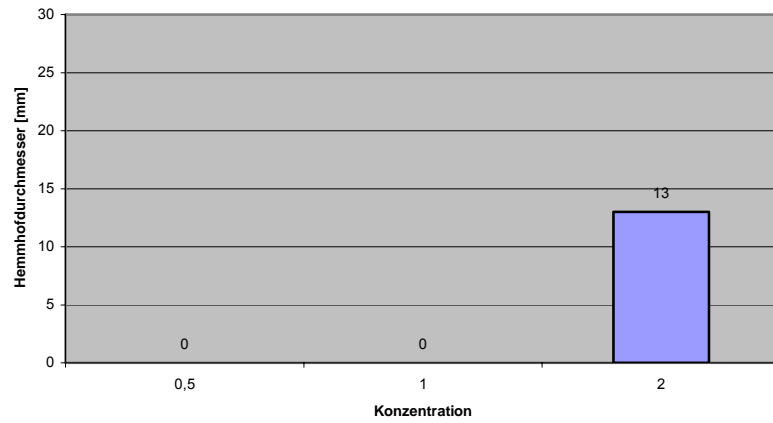


Abb. 89: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendax**

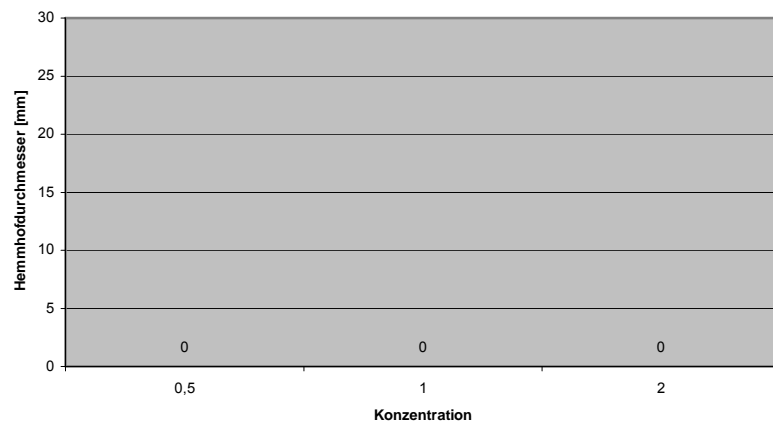


Abb. 90: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Ajona**

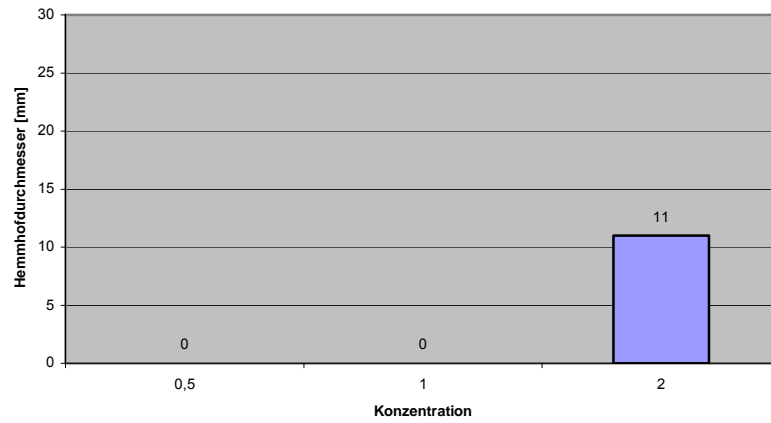


Abb. 91: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Friscodent**

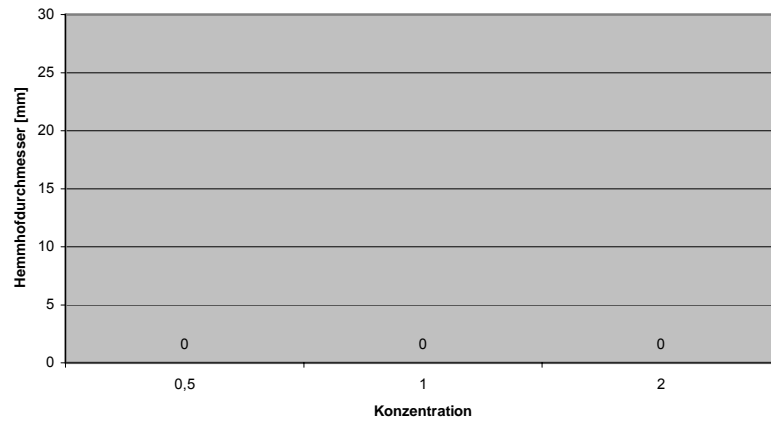


Abb. 92: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Mentadent**

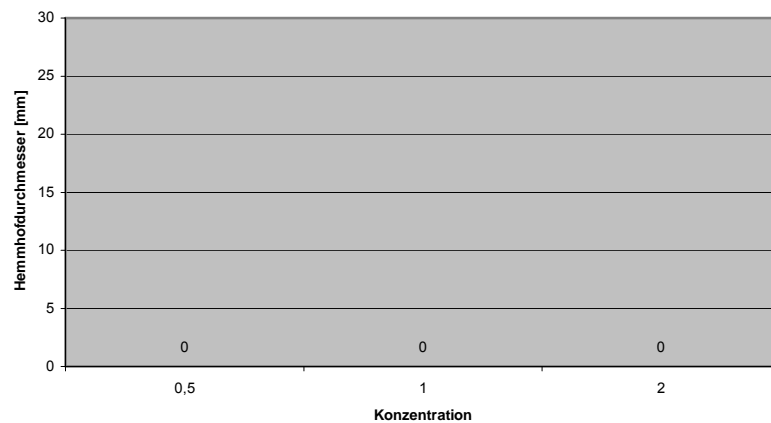


Abb. 93: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Sensodyne**

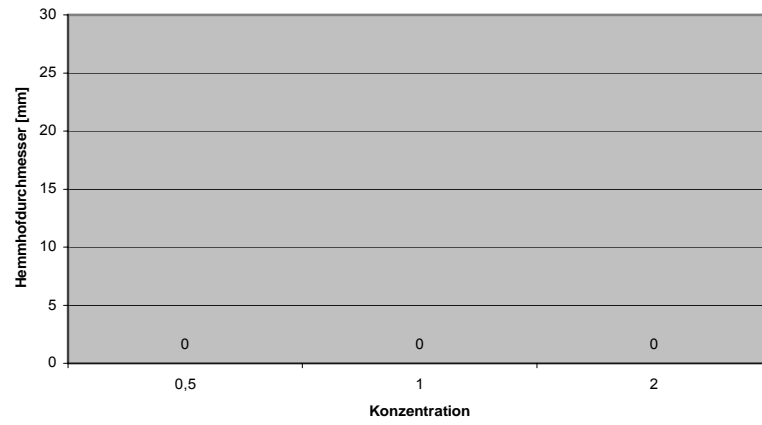


Abb. 94: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **C. albicans** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Oral B Zendium**

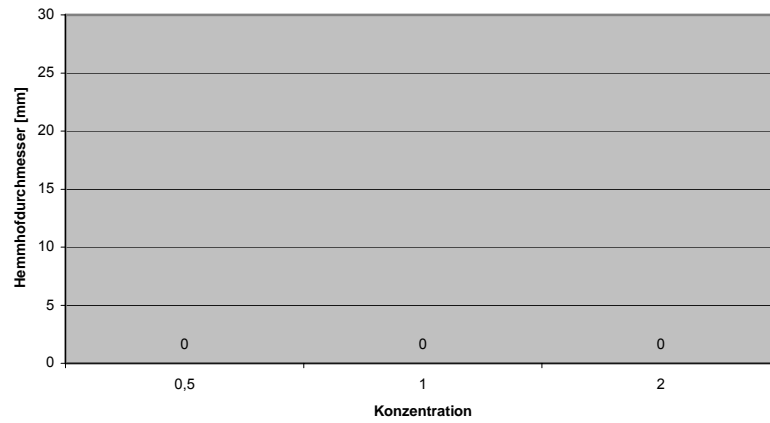


Abb. 95: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **elkadent**

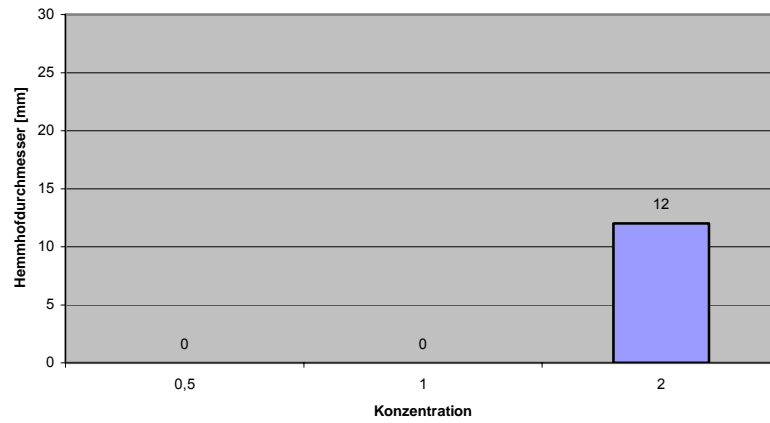


Abb. 96: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **el-ce med**

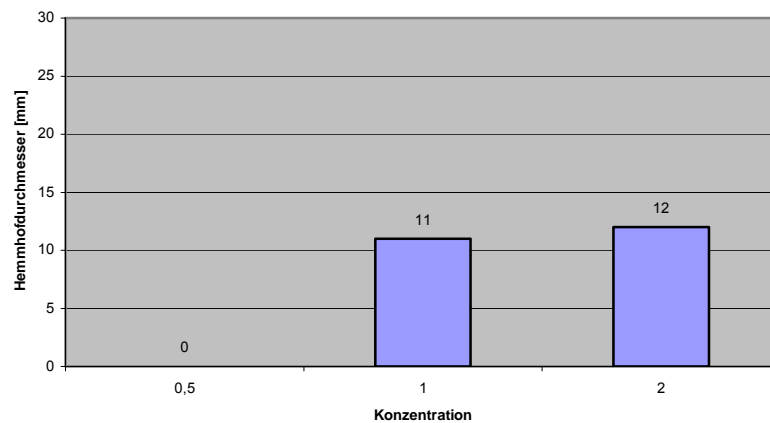


Abb. 97: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Totes-Meer-Salz**



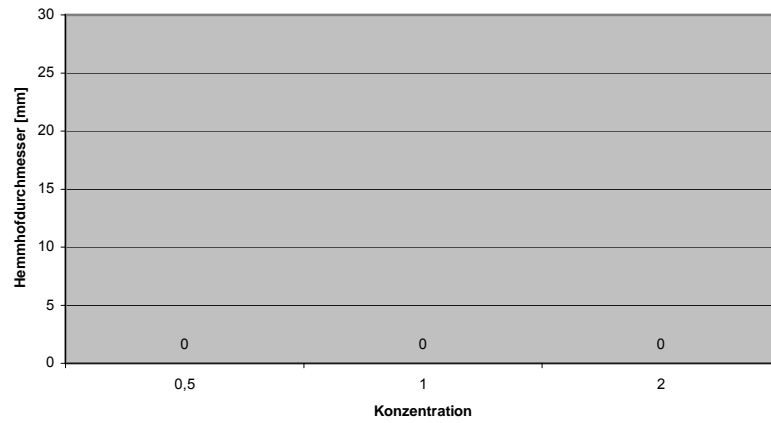


Abb. 98: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Pearls & Dents**

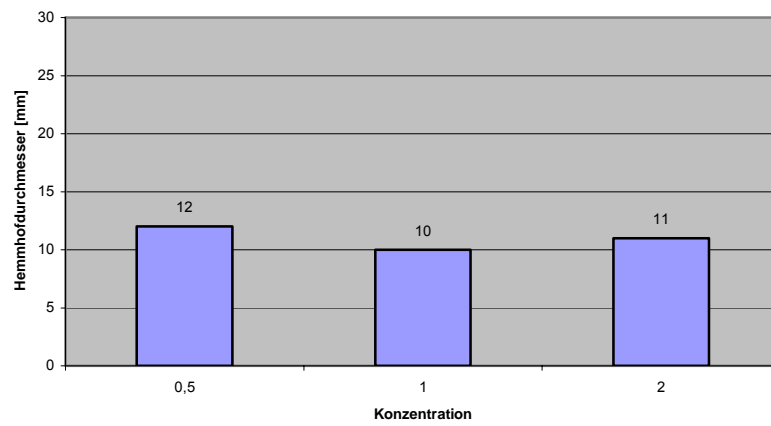


Abb. 99: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Meridol**

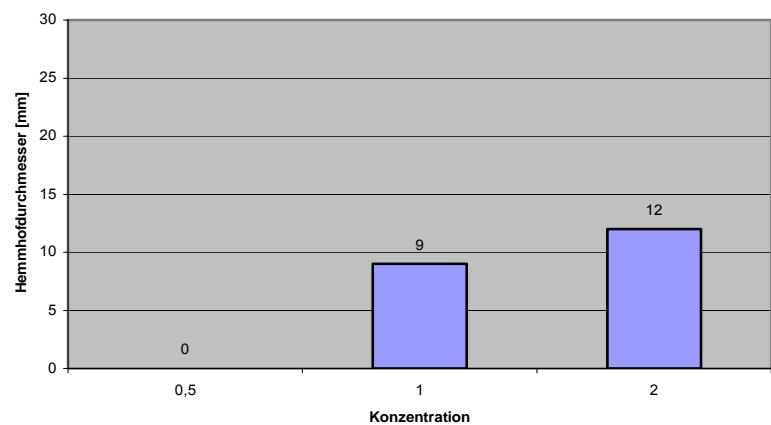


Abb. 100: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dr. Best**

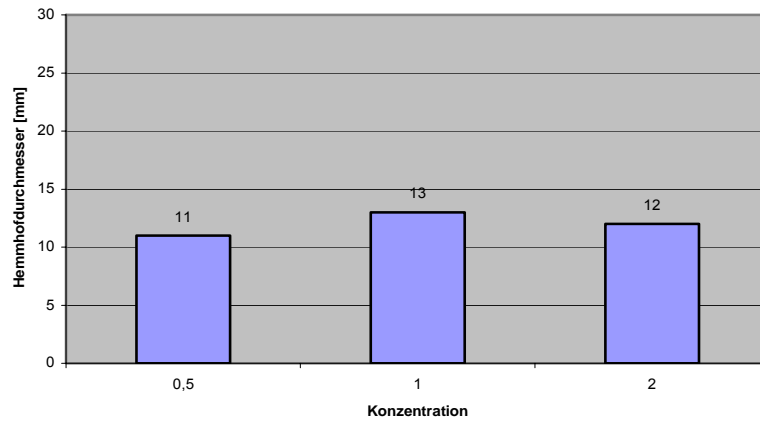


Abb. 101: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Parodontax**

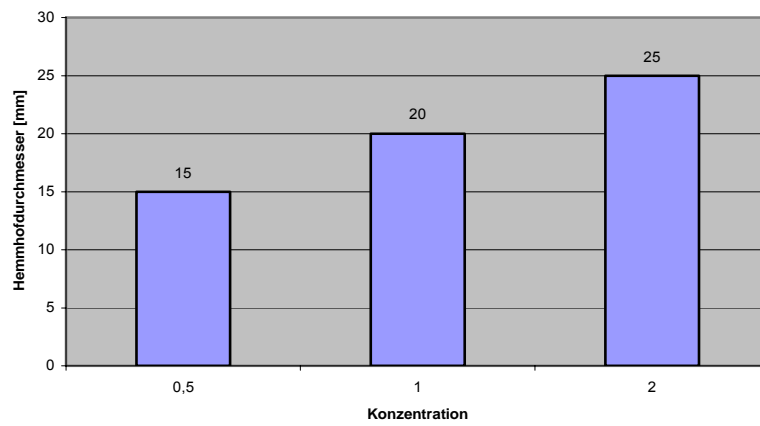


Abb. 102: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlodent**

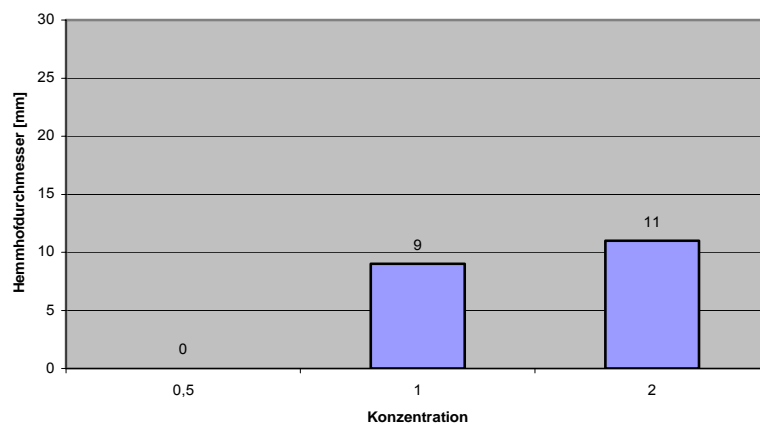


Abb. 103: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Theramed**

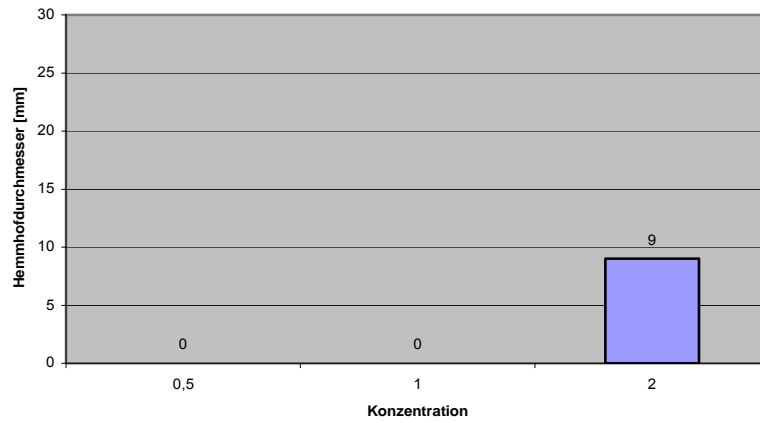


Abb. 104: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dentagard**

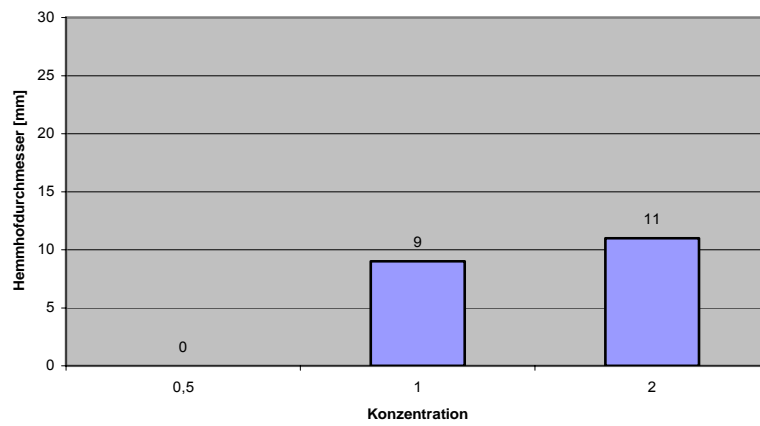


Abb. 105: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Elmex**

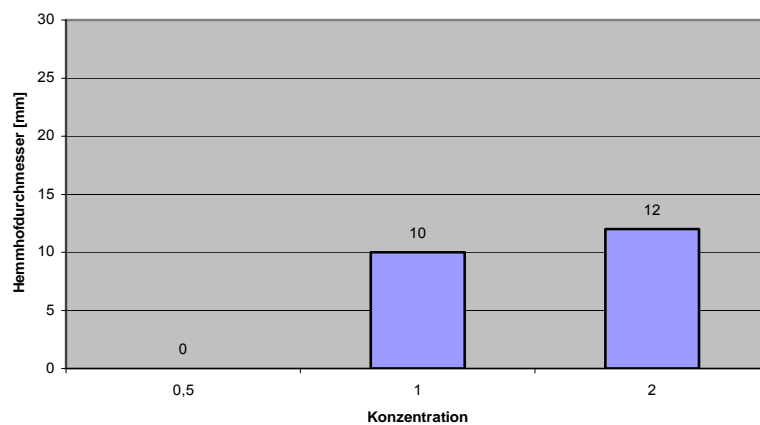


Abb. 106: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Colgate**

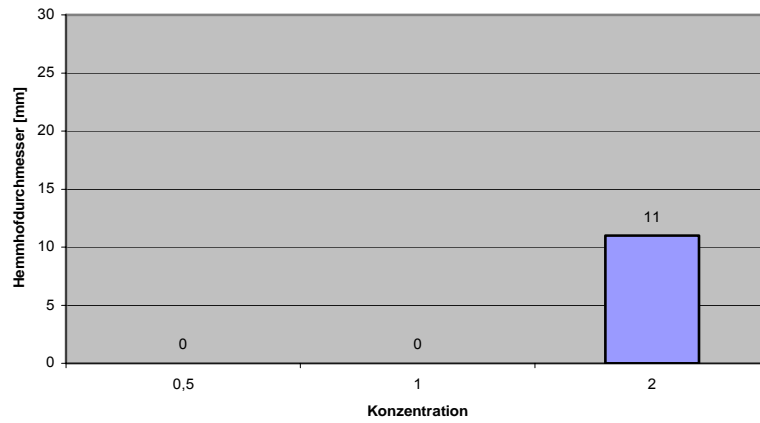


Abb. 107: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Signal**

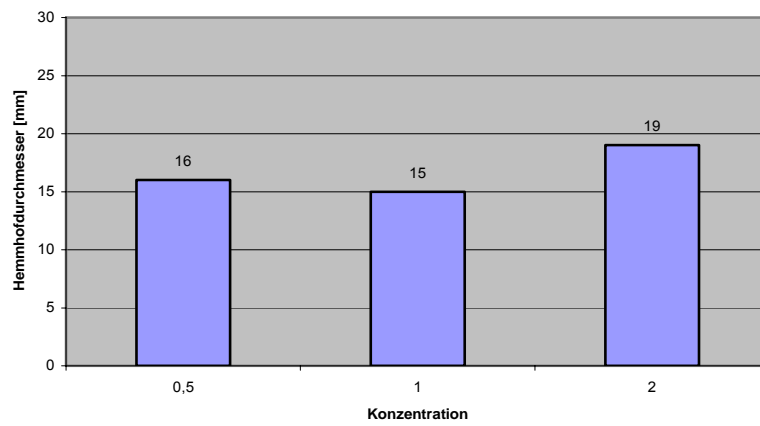


Abb. 108: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlweiß**

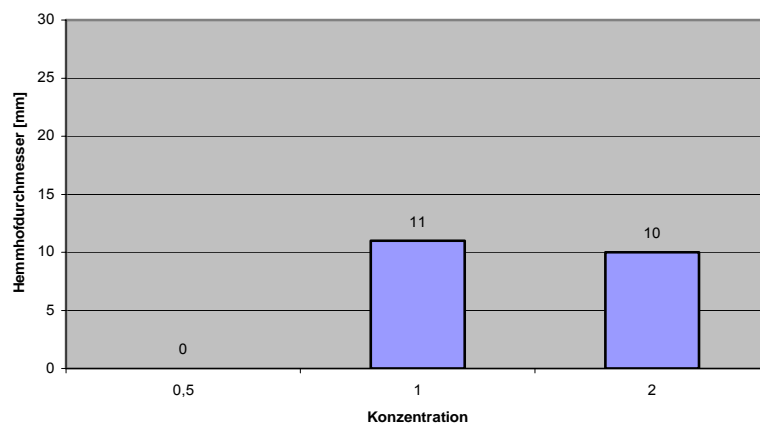


Abb. 109: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendamed**

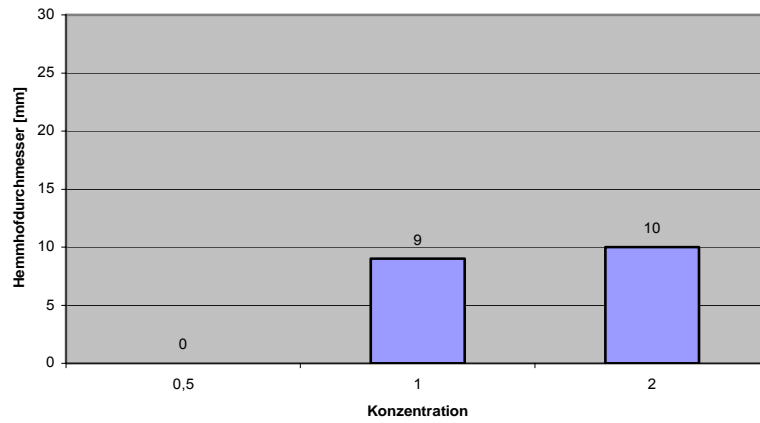


Abb. 110: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Rotweiß**

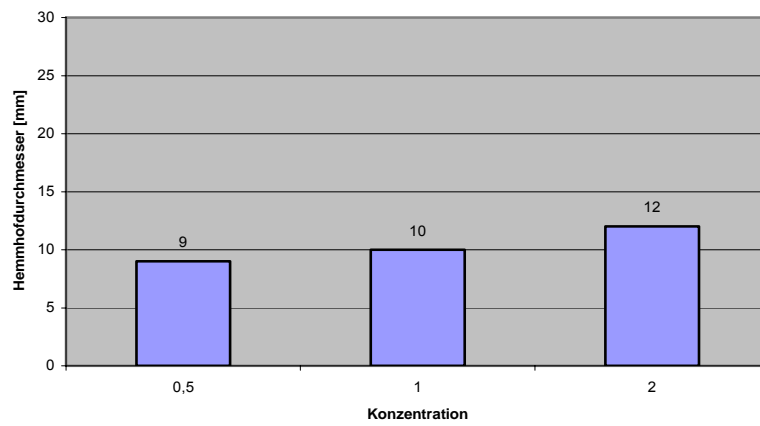


Abb. 111: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendax**

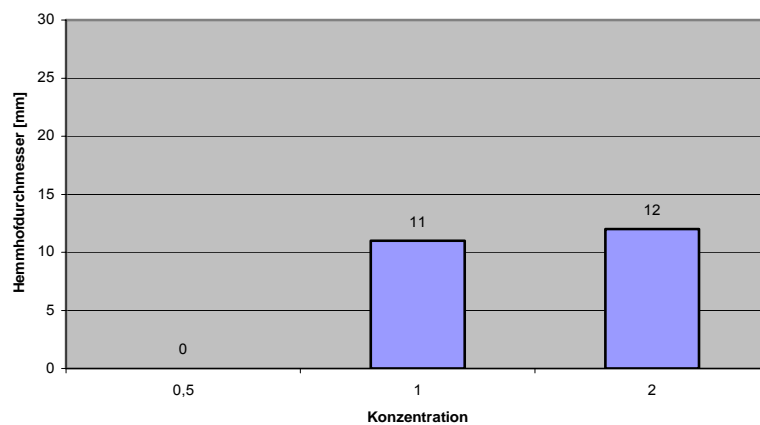


Abb. 112: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Ajona**

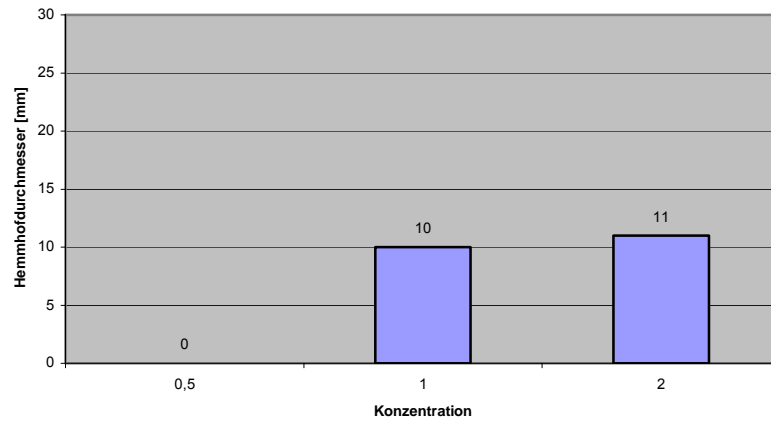


Abb. 113: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Friscodent**

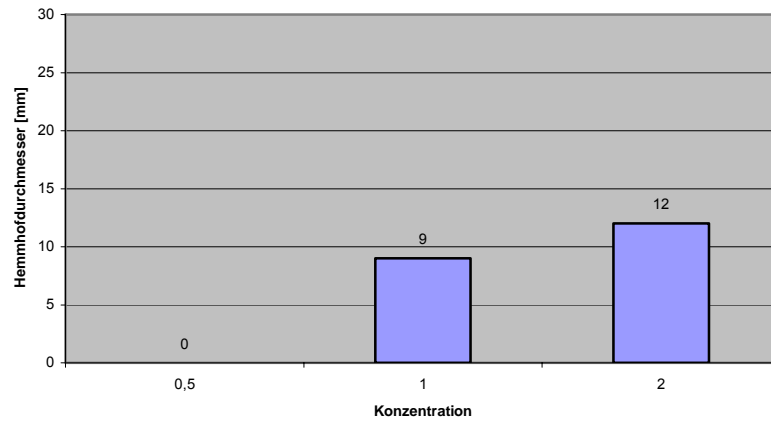


Abb. 114: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Mentadent**

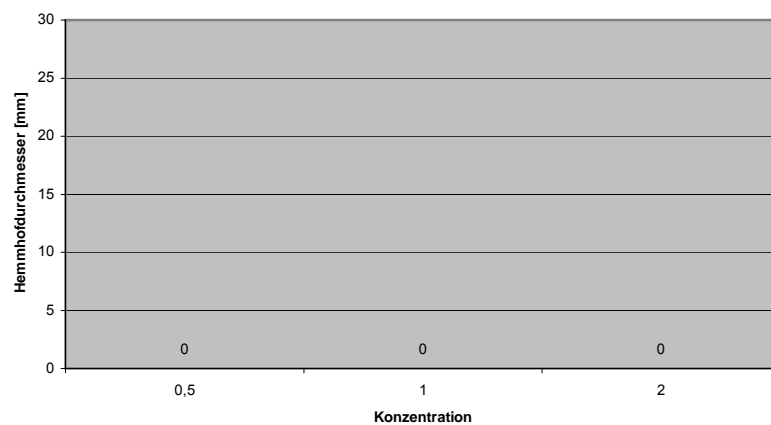


Abb. 115: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit *E. faecalis* in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Sensodyne**

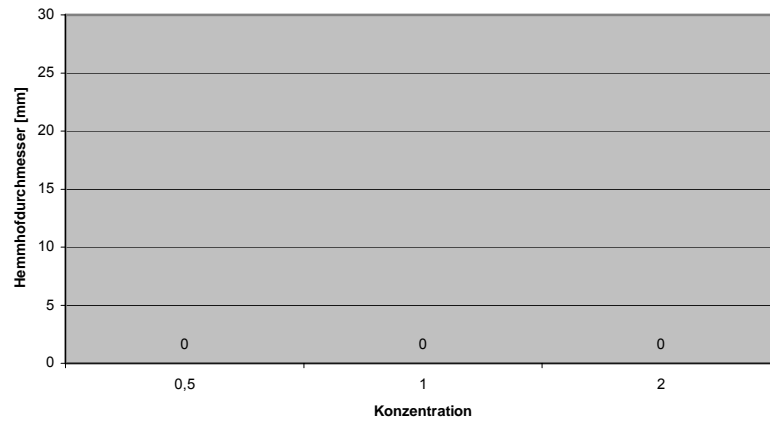


Abb. 116: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. faecalis** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Oral B Zendium**

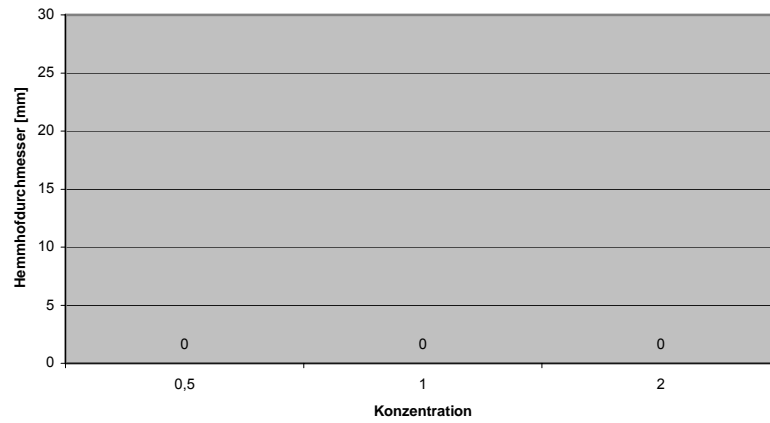


Abb. 117: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **elkadent**

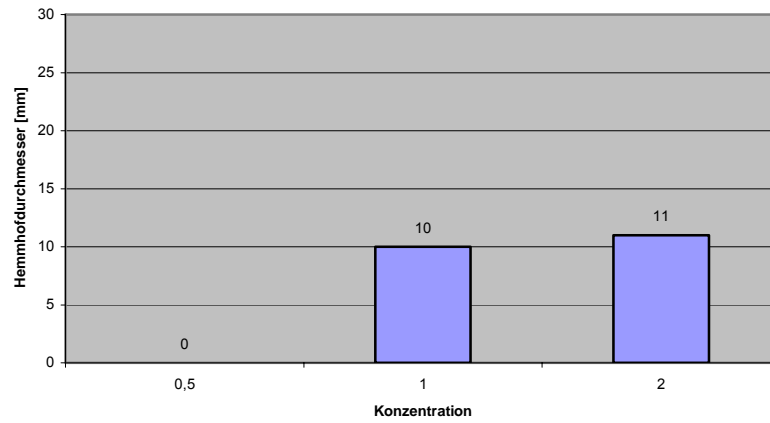


Abb. 118: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **el-ce med**

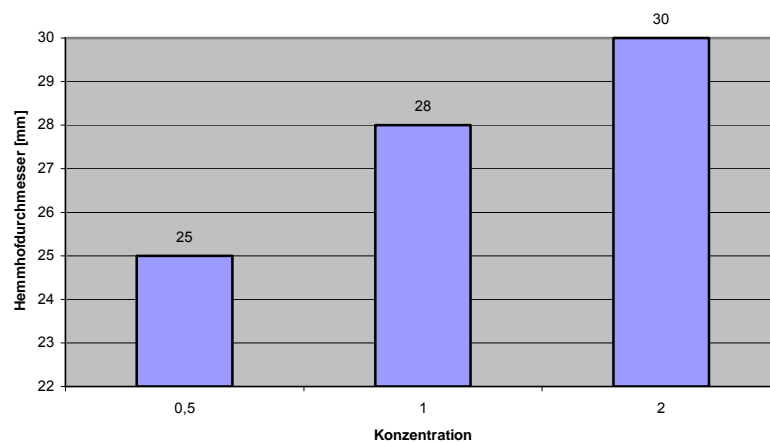


Abb. 119: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Totes-Meer-Salz**



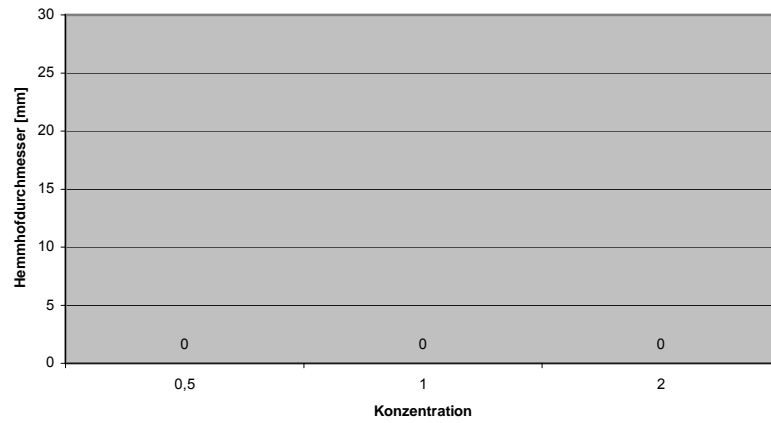


Abb. 120: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Pearls & Dents**

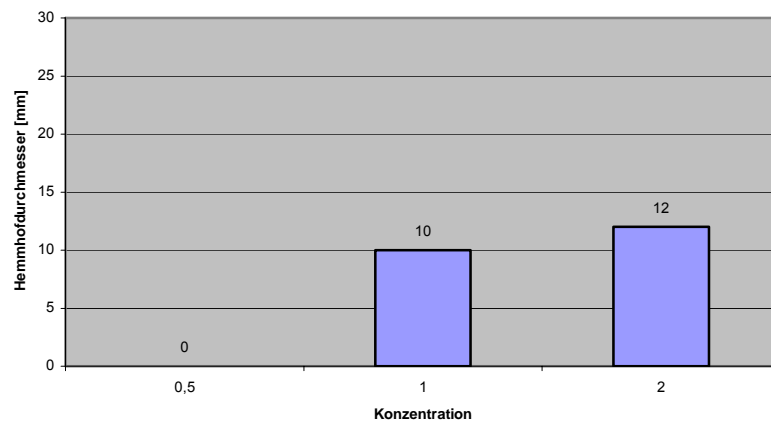


Abb. 121: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Meridol**

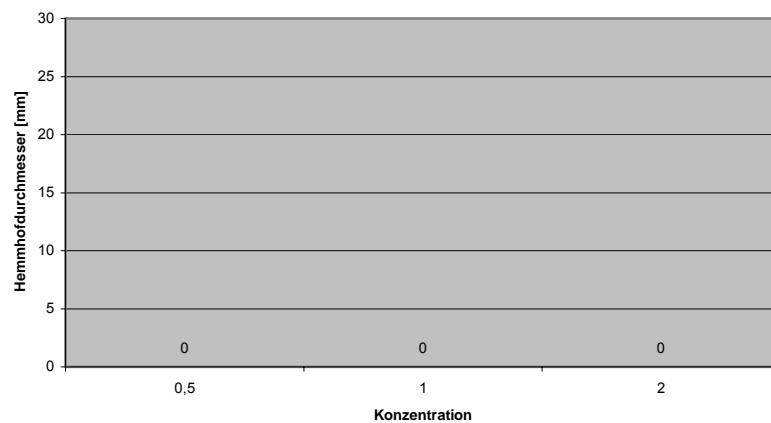


Abb. 122: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dr. Best**

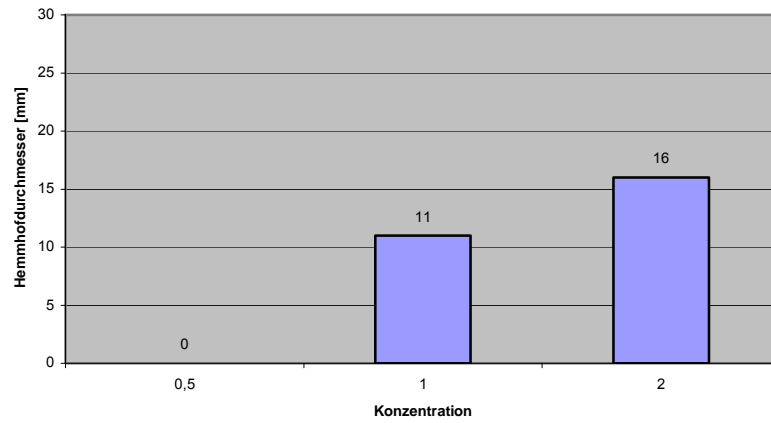


Abb. 123: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Parodontax**

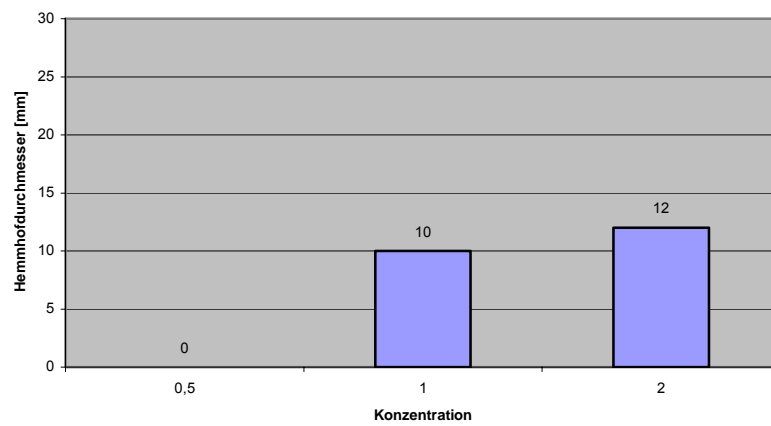


Abb. 124: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlodent**

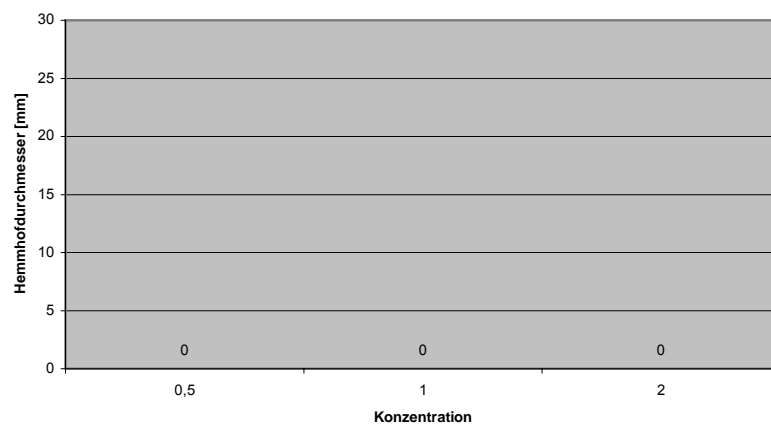


Abb. 125: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Theramed**

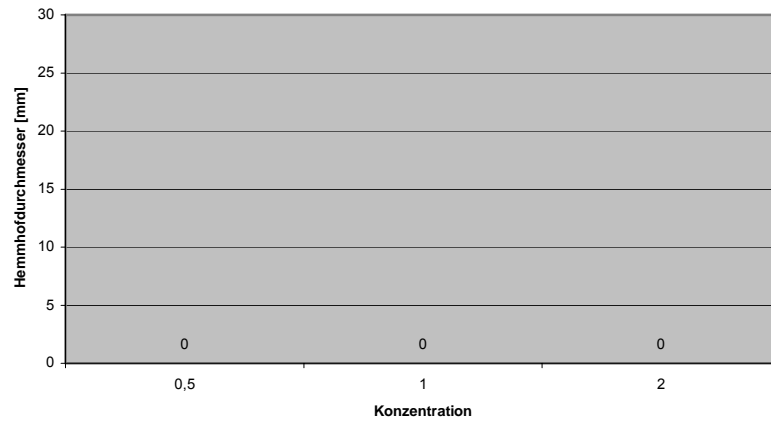


Abb. 126: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Dentagard**

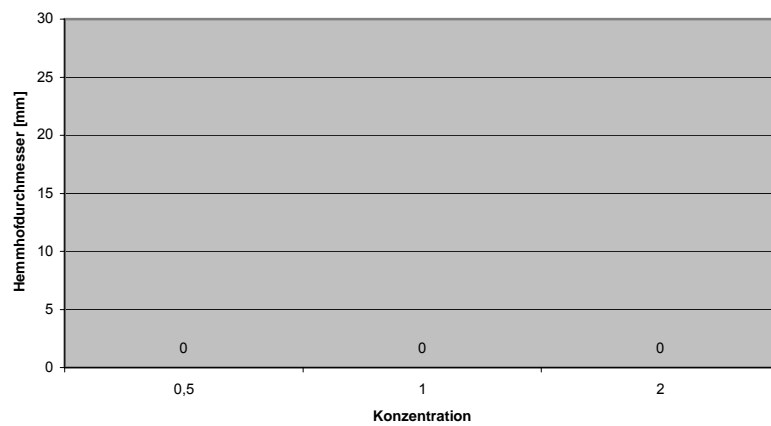


Abb. 127: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Elmex**

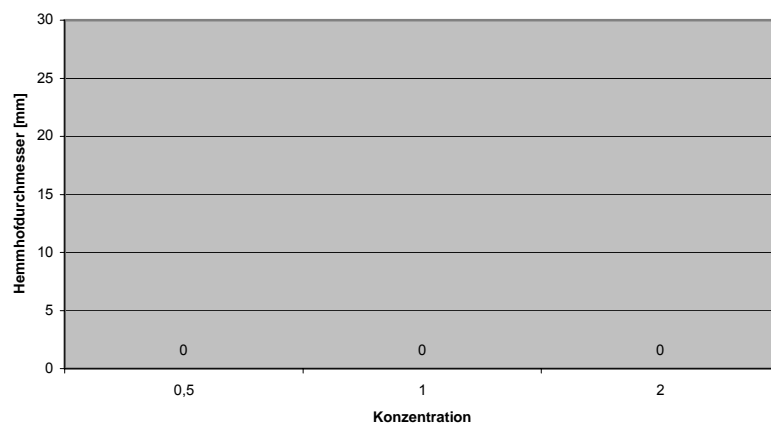


Abb. 128: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Colgate**

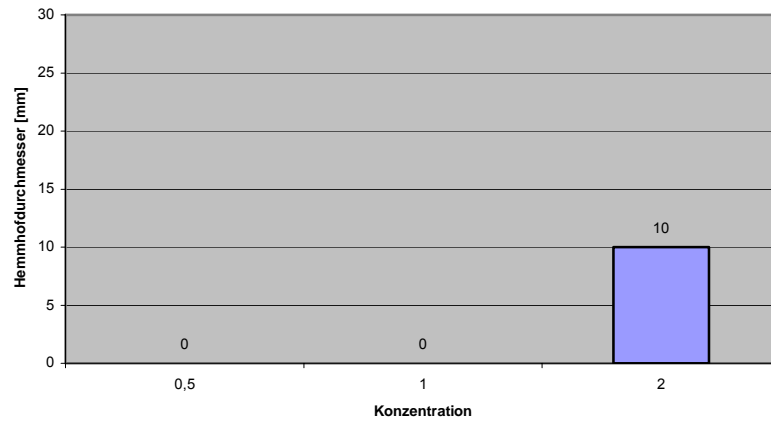


Abb. 129: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Signal**

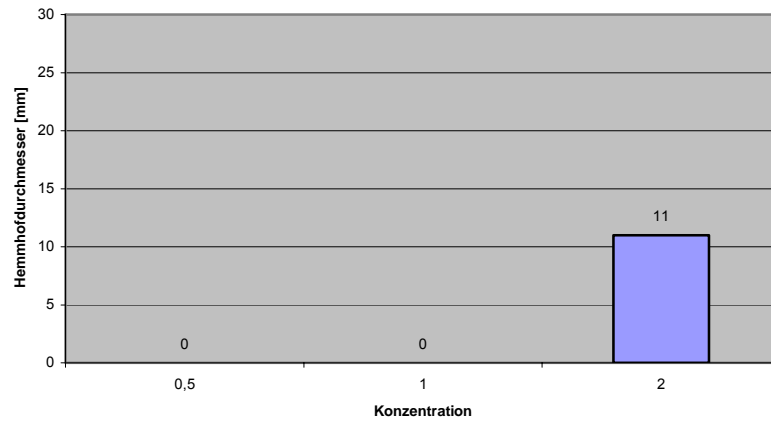


Abb. 130: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Perlweiß**

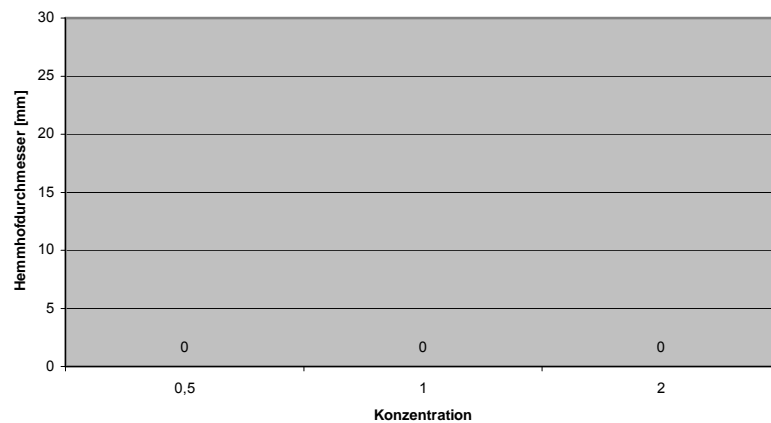


Abb. 131: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendamed**

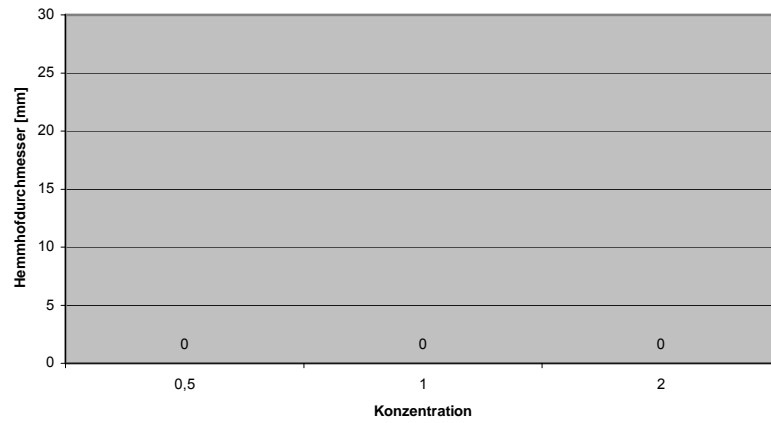


Abb. 132: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Rotweiß**

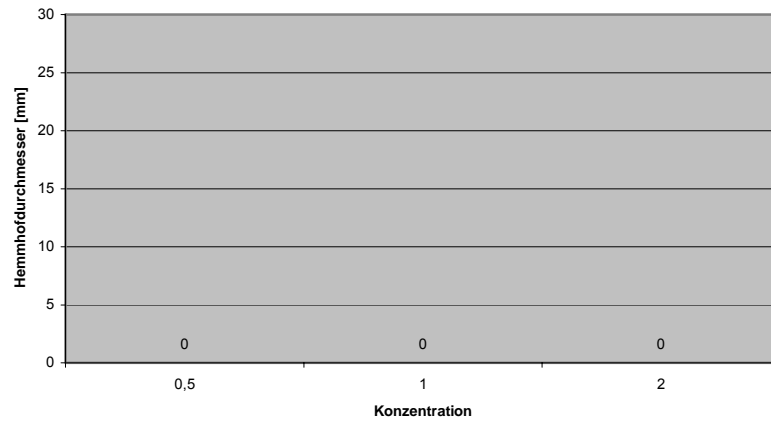


Abb. 133: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Blendax**

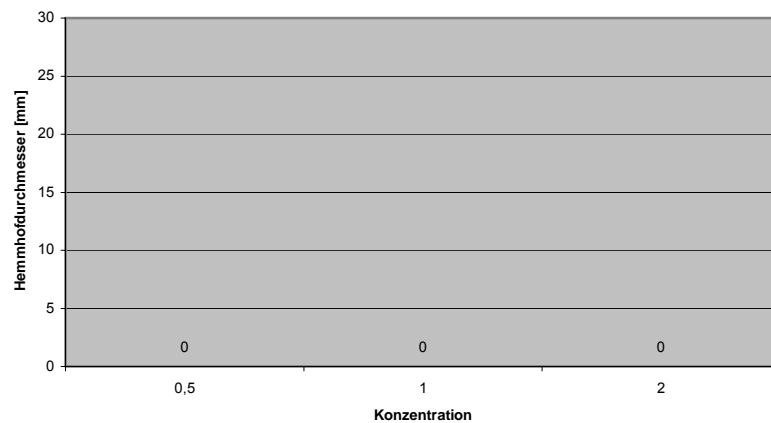


Abb. 134: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Ajona**

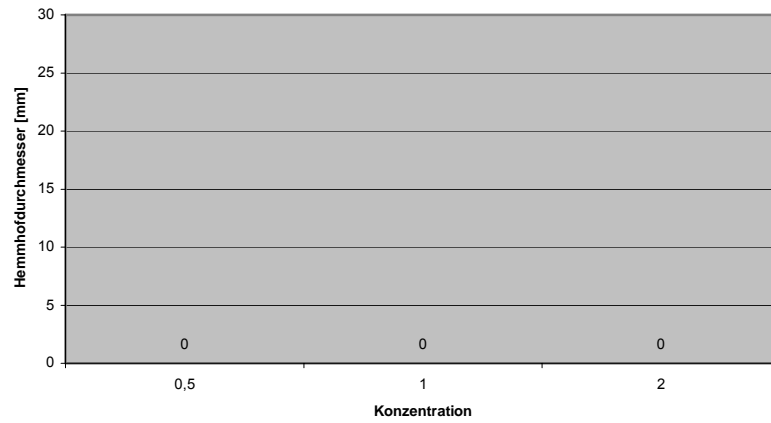


Abb. 135: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Friscodent**

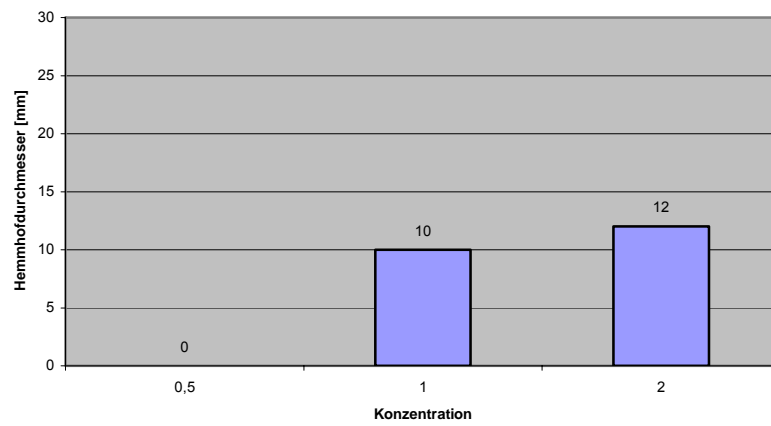


Abb. 136: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Mentadent**

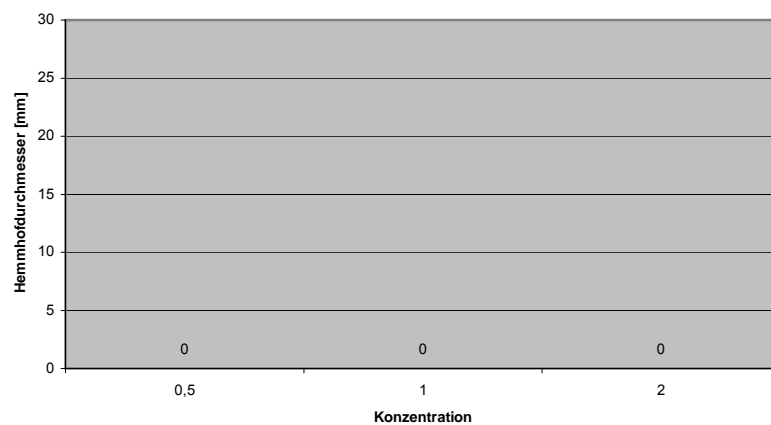


Abb. 137: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Sensodyne**

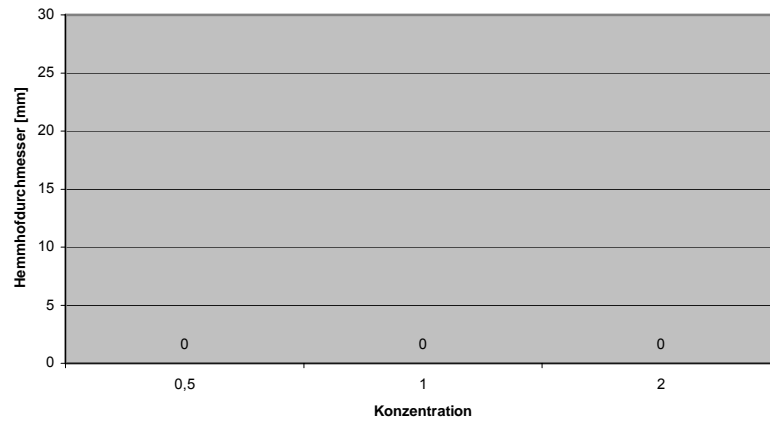


Abb. 138: Mittlerer Hemmhofdurchmesser [mm] im Agardiffusionsversuch mit **E. coli** in Abhängigkeit von der Konzentration der Zahnpasta **Oral B Zendium**

## 9.2. Grafische Darstellung der Ergebnisse der Keimzahlbestimmungen

(Abb 139 – 316)

In den Abbildungen 139 – 316 sind in der Abszisse als erste Ziffer jeweilige Untersuchungszeitpunkt, also 0 und 2 Stunden und die Konzentration der jeweiligen Zahnpasta als 2. Ziffer angegeben. Dabei bedeutet:

- 0 = Kontrolle ohne Zahnpasta
- 1 = Gebrauchskonzentration
- 2 = doppelte Gebrauchskonzentration



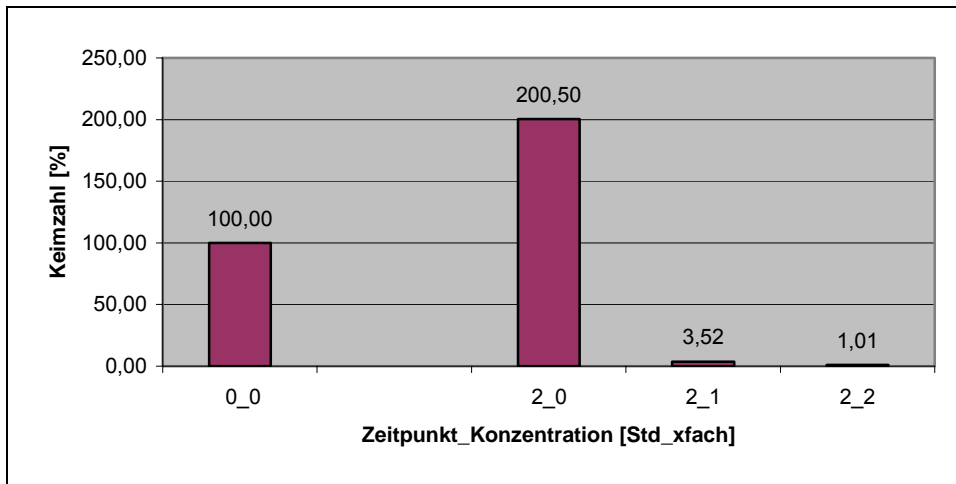


Abb. 139: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

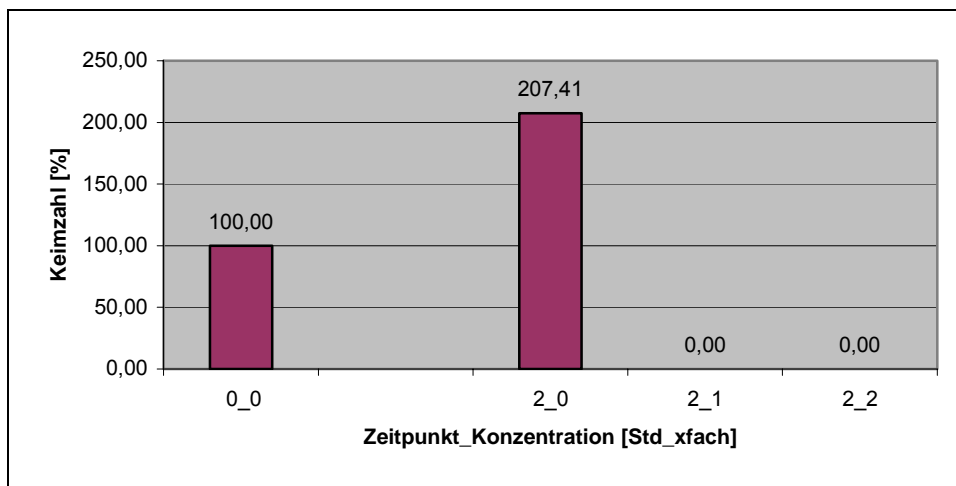


Abb. 140: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

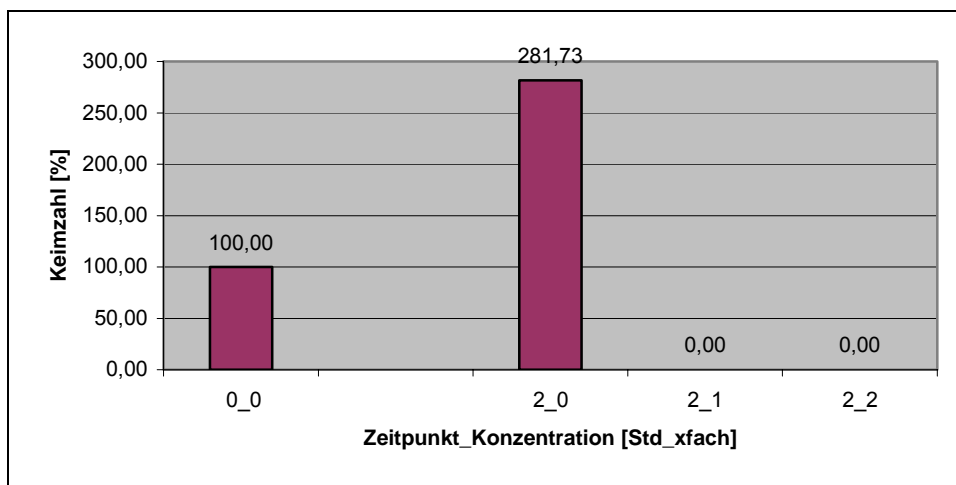


Abb. 141: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

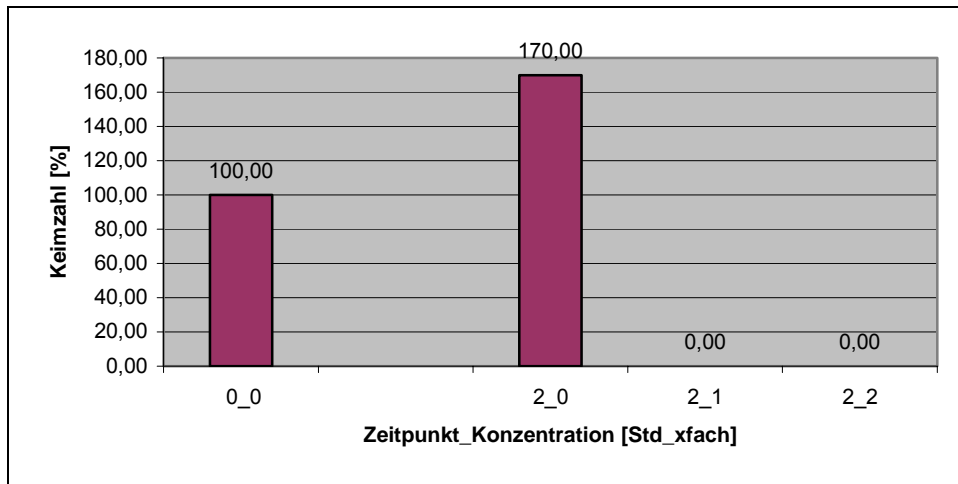


Abb. 142: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

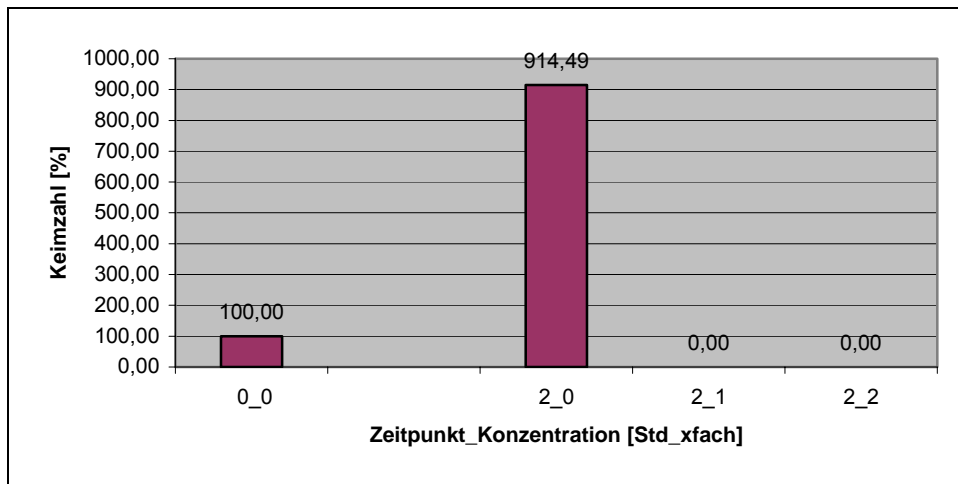


Abb. 143: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

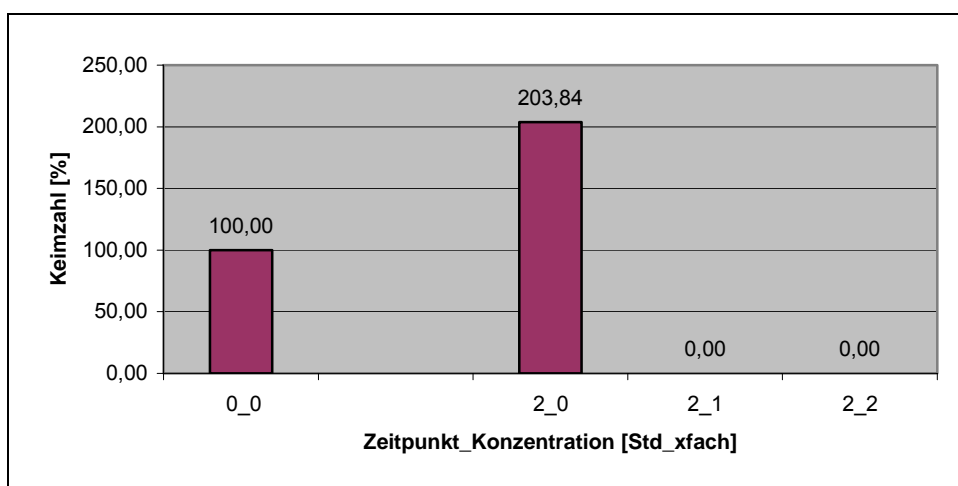


Abb. 144: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

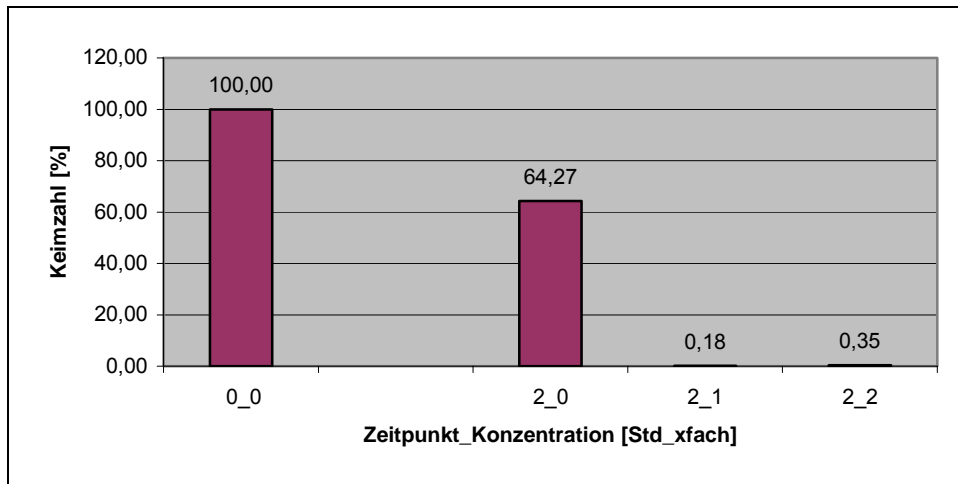


Abb. 145: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

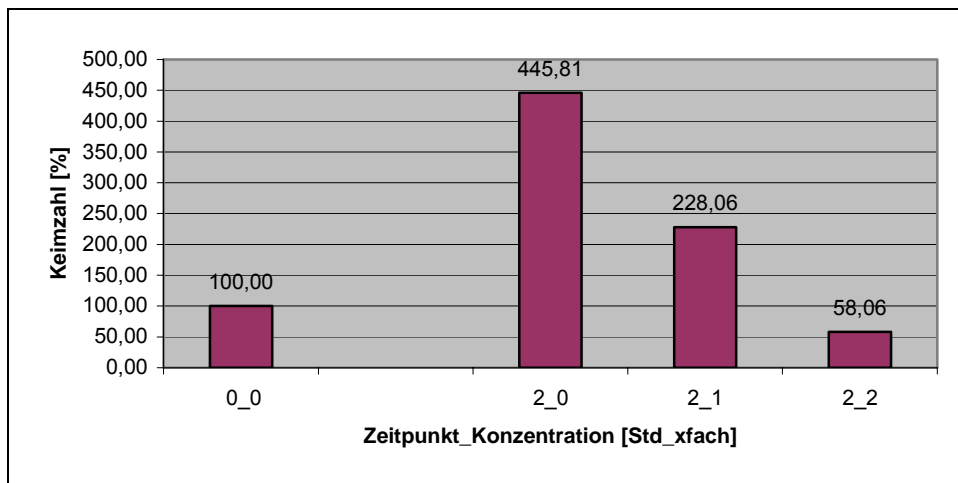


Abb. 146: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **elkadent**

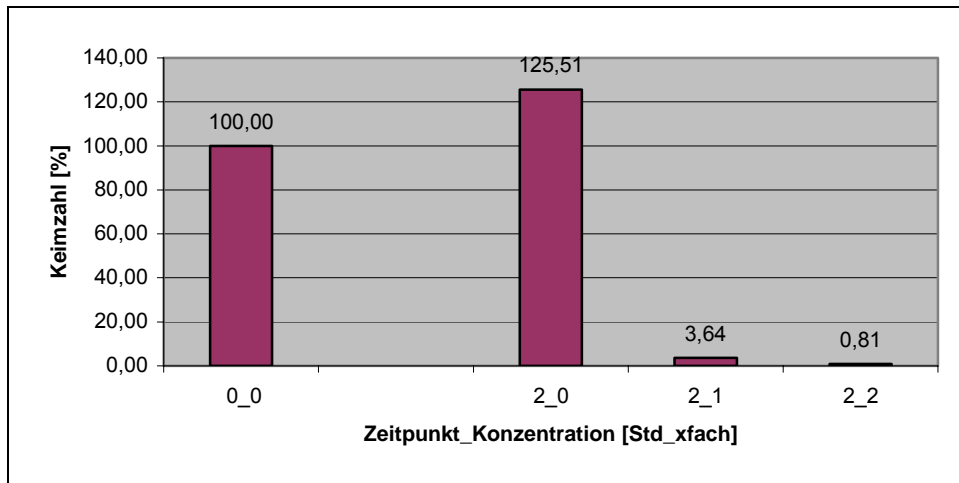


Abb. 147: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

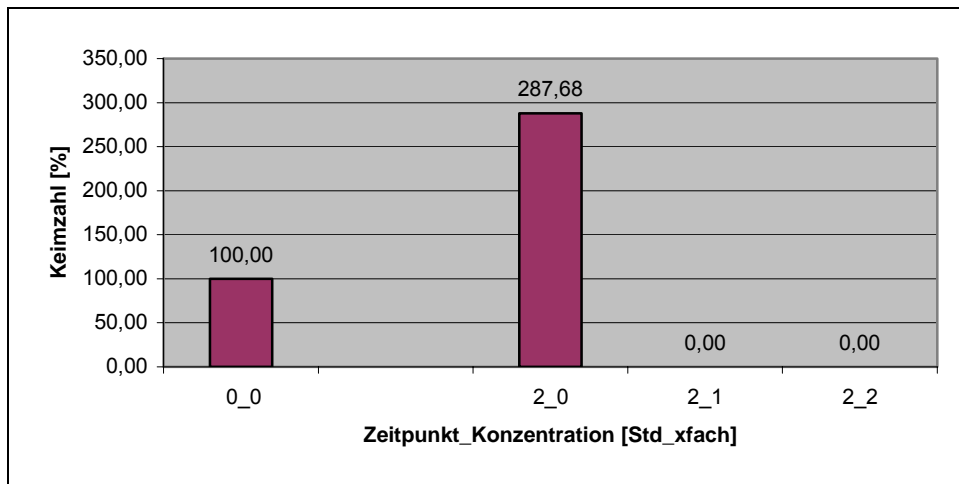


Abb. 148: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

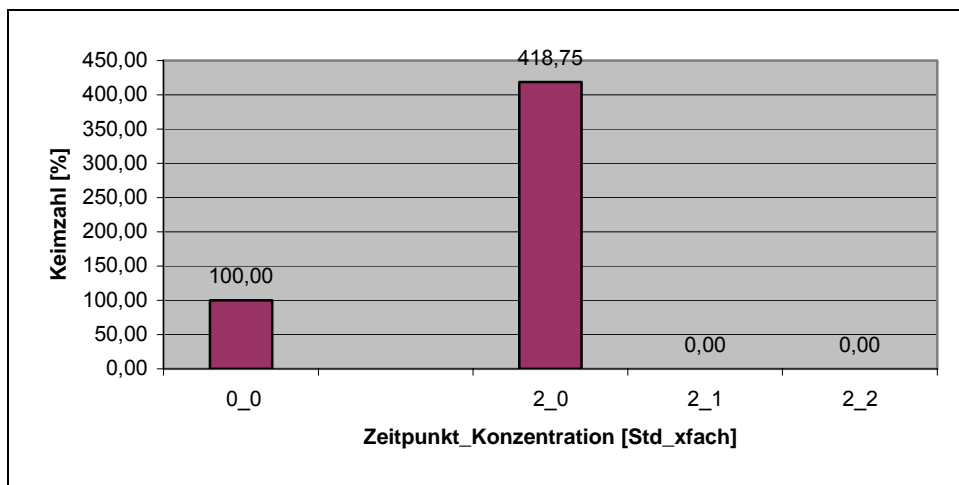


Abb. 149: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

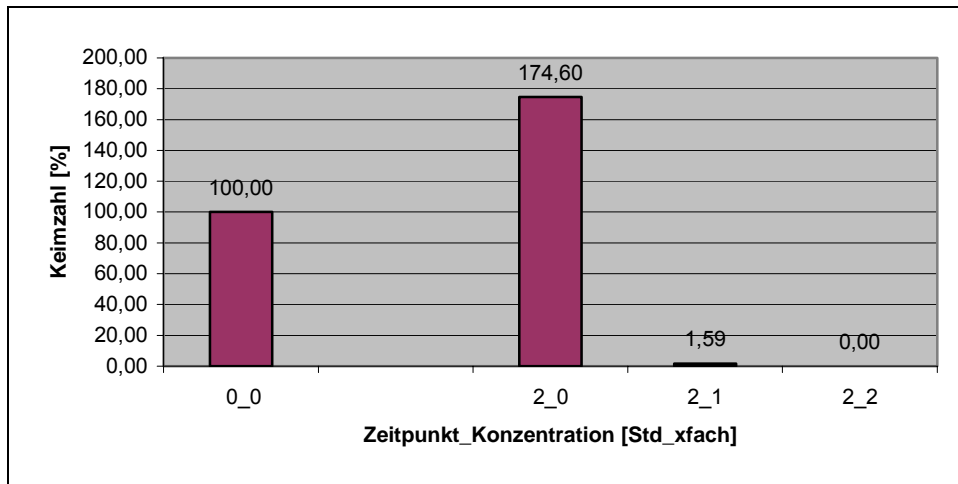


Abb. 150: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

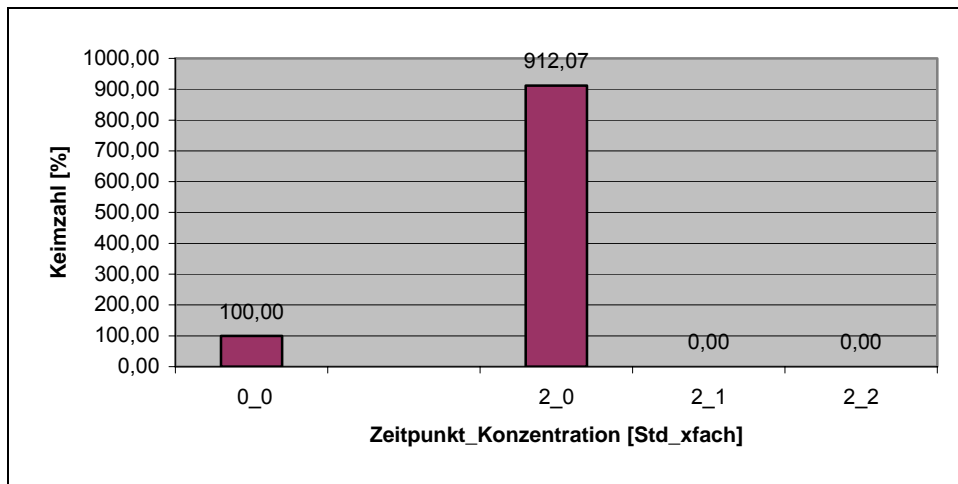


Abb. 151: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

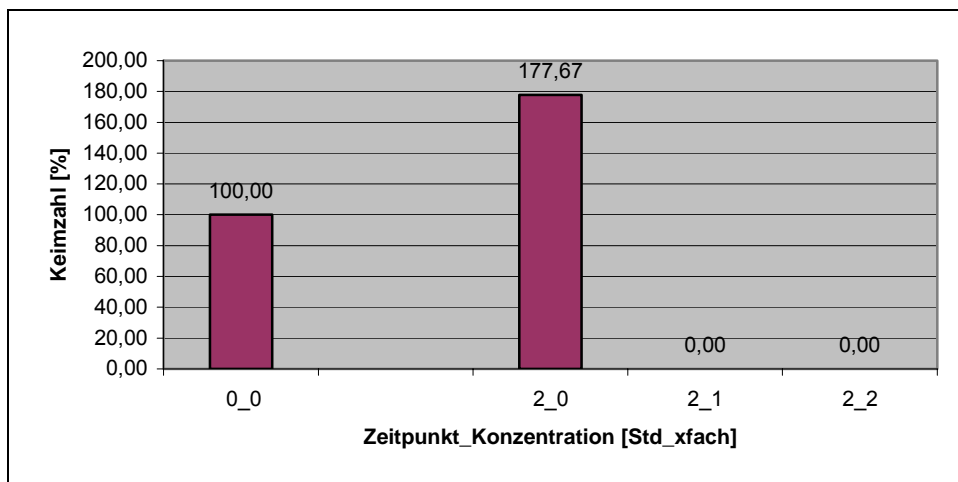


Abb. 152: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

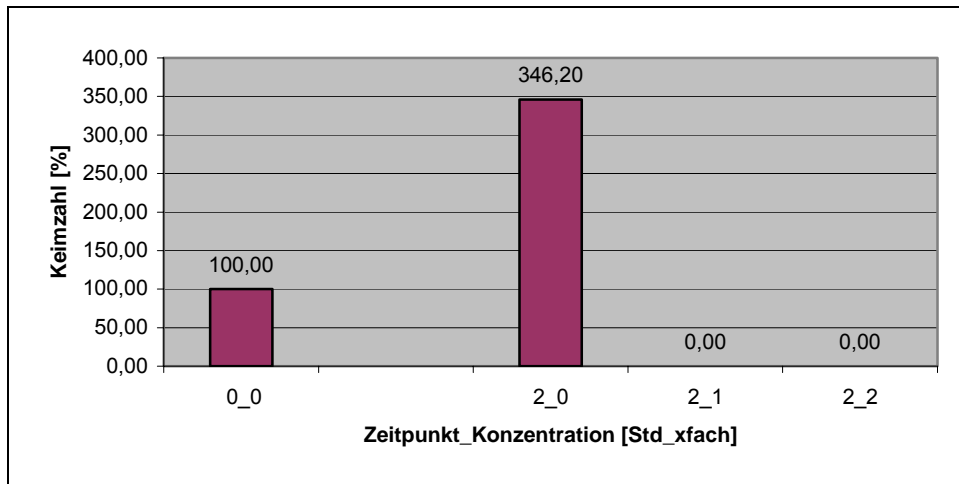


Abb. 153: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

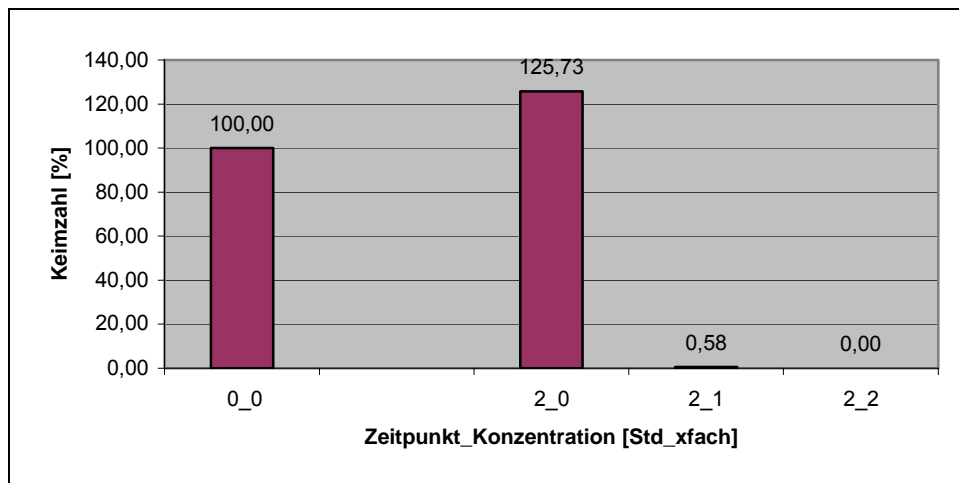


Abb. 154: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **el-ce med**

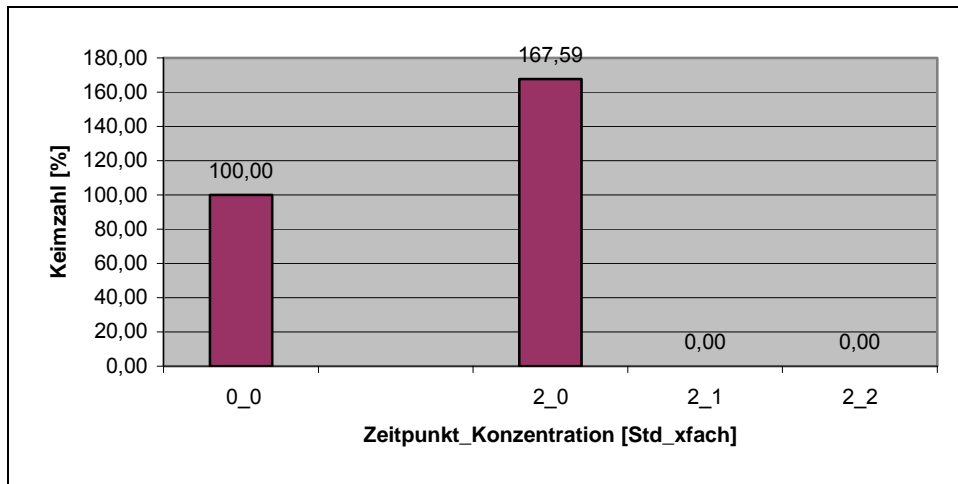


Abb. 155: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-Meer-Salz**

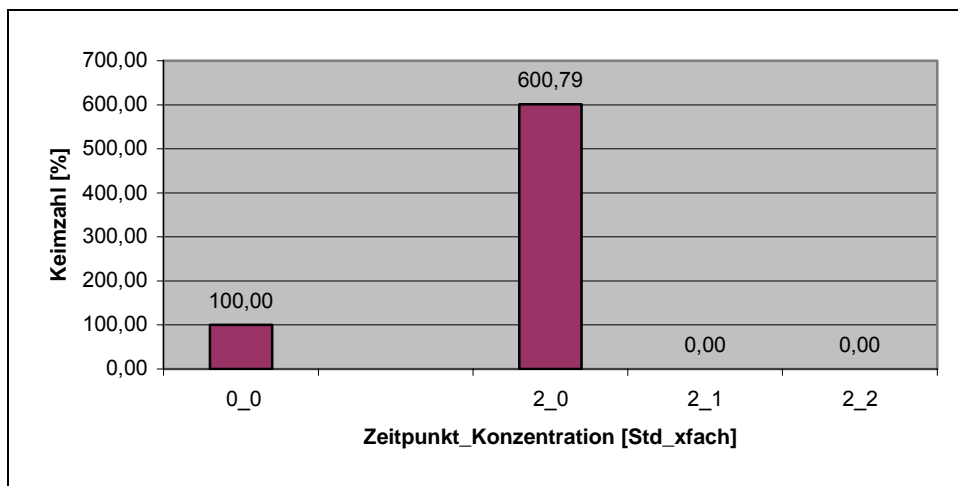


Abb. 156: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-Meer-Salz**

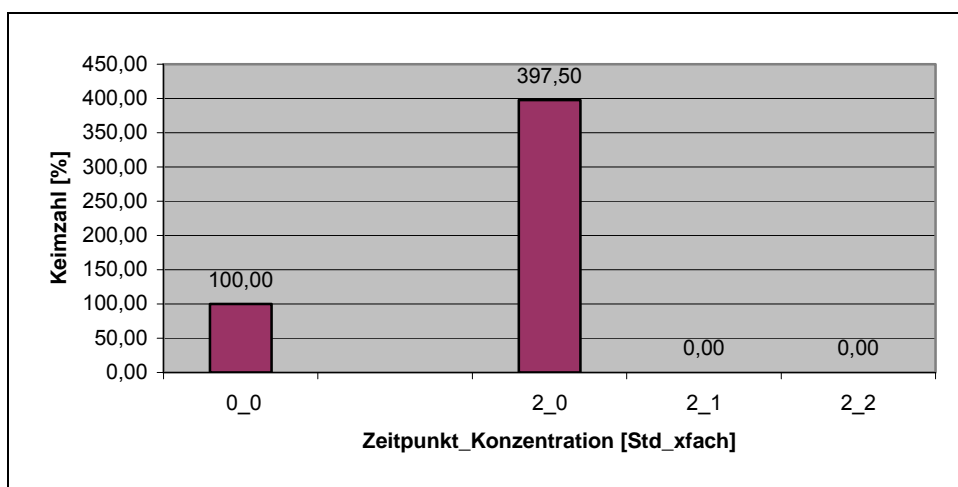


Abb. 157: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-Meer-Salz**

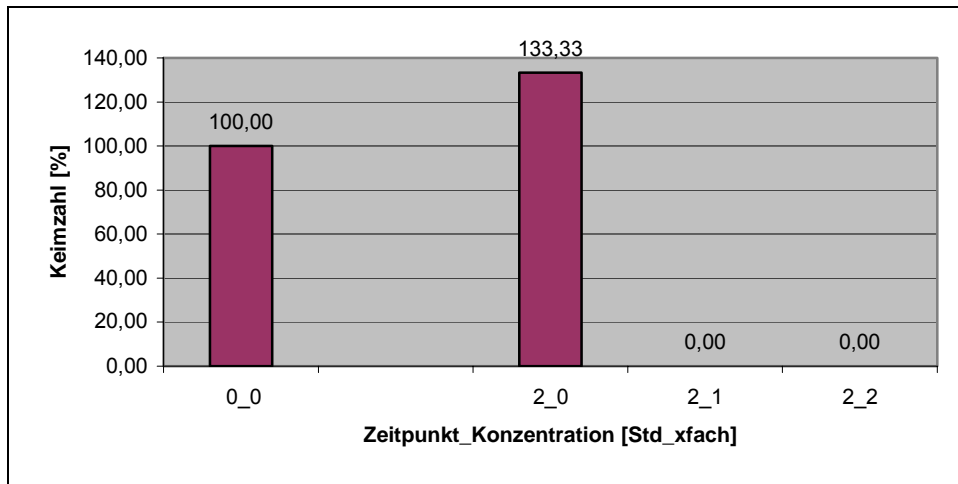


Abb. 158: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-Meer-Salz**

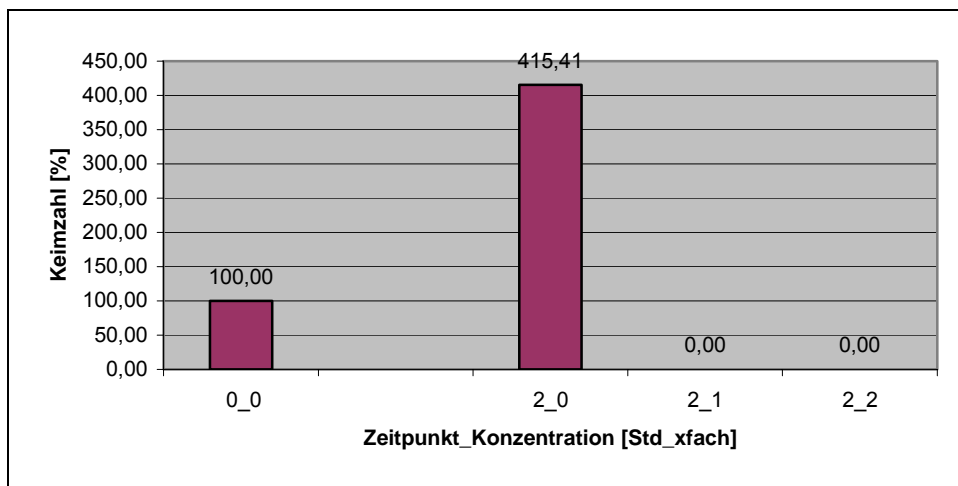


Abb. 159: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-Meer-Salz**

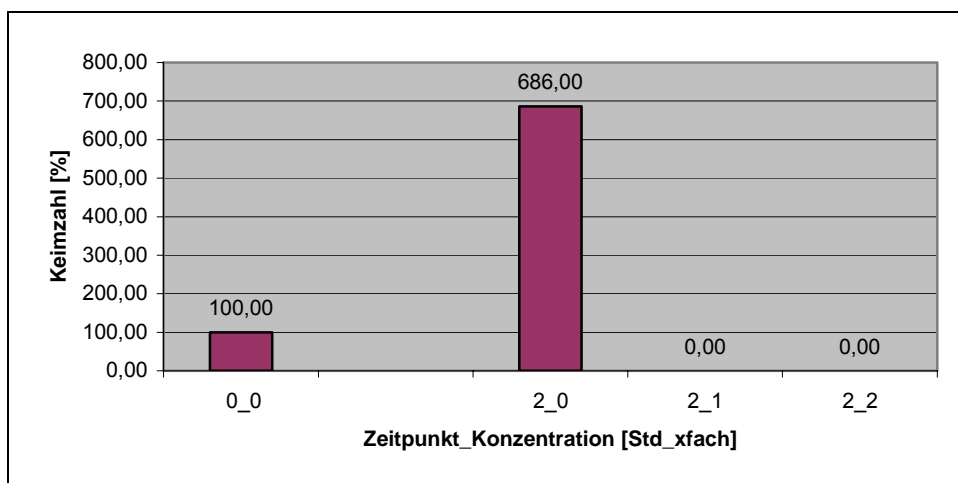


Abb. 160: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-Meer-Salz**



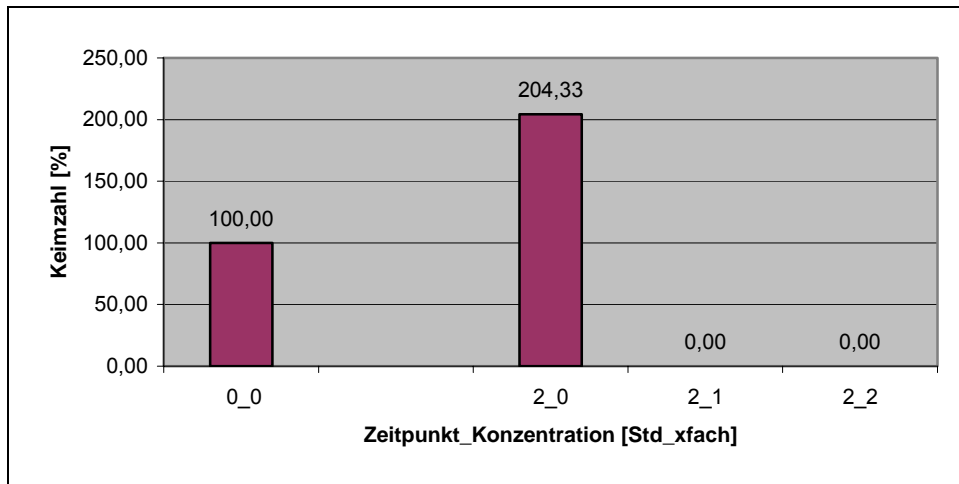


Abb. 161: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-See-Salz**

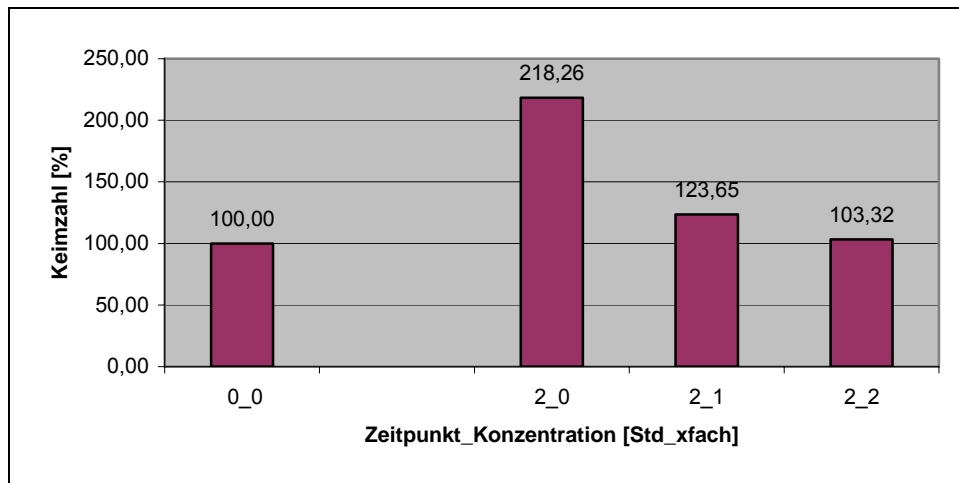


Abb. 162: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Totes-See-Salz**

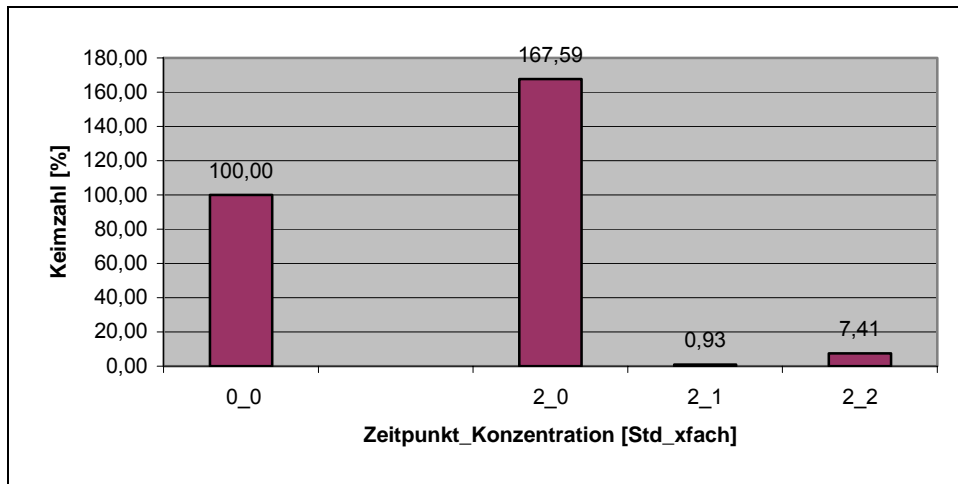


Abb. 163: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

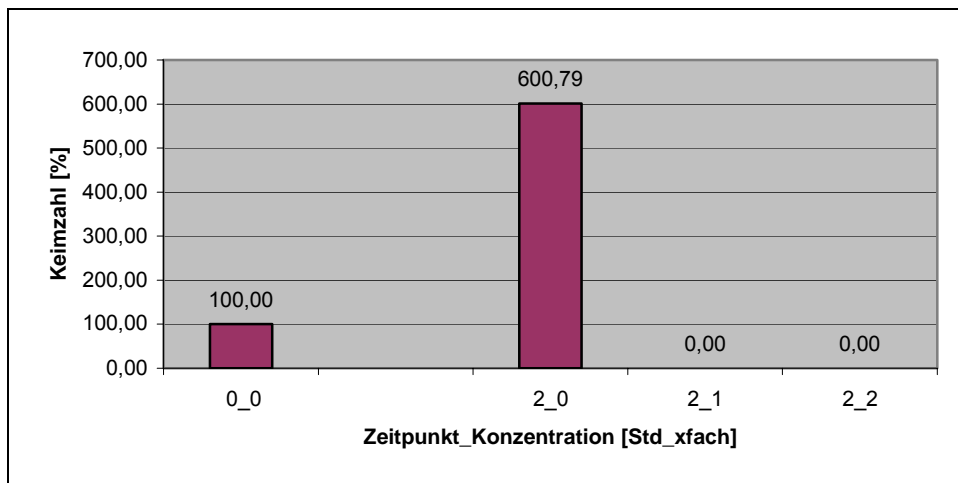


Abb. 164: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

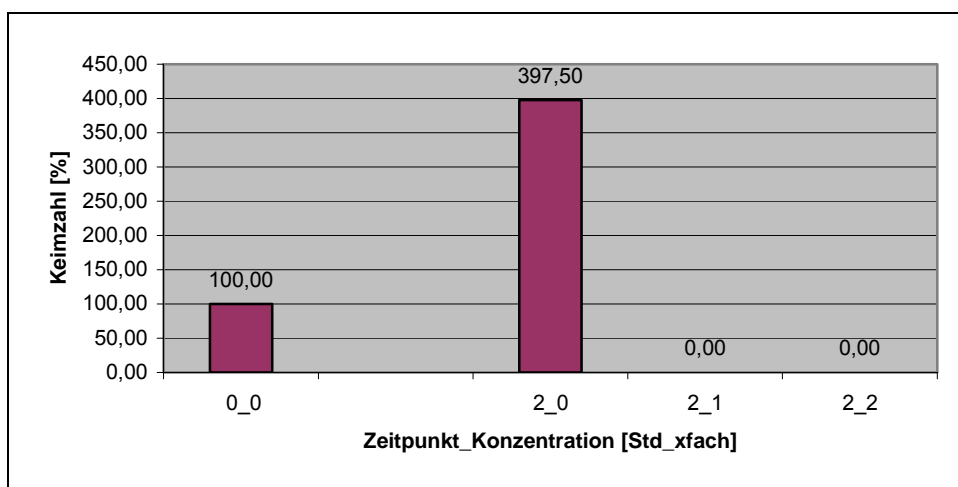


Abb. 165: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

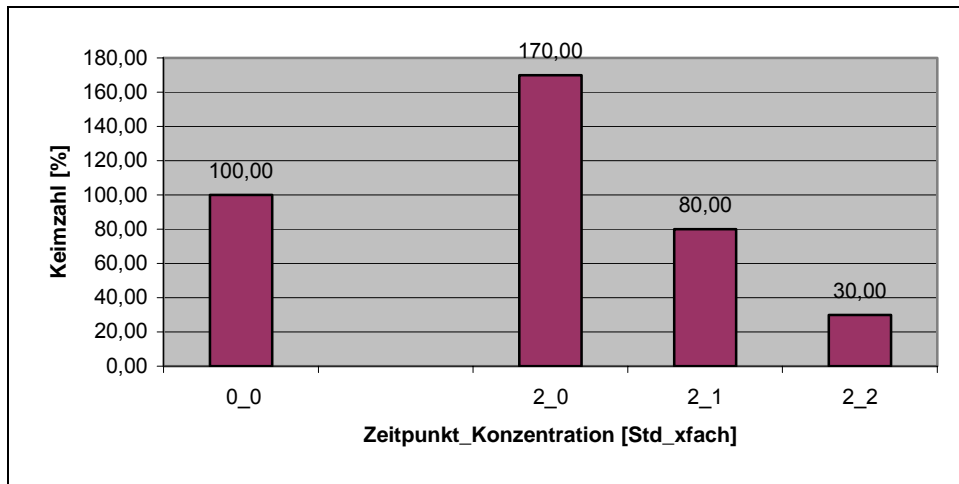


Abb. 166: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

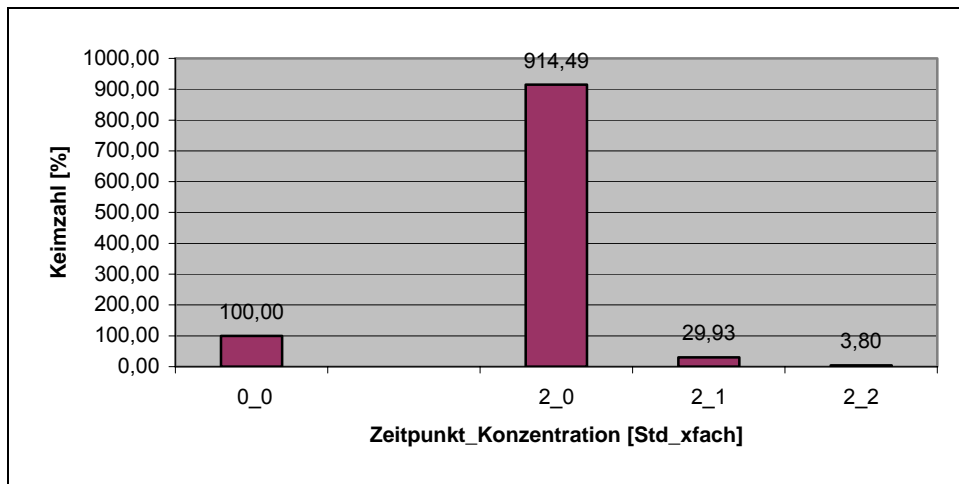


Abb. 167: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

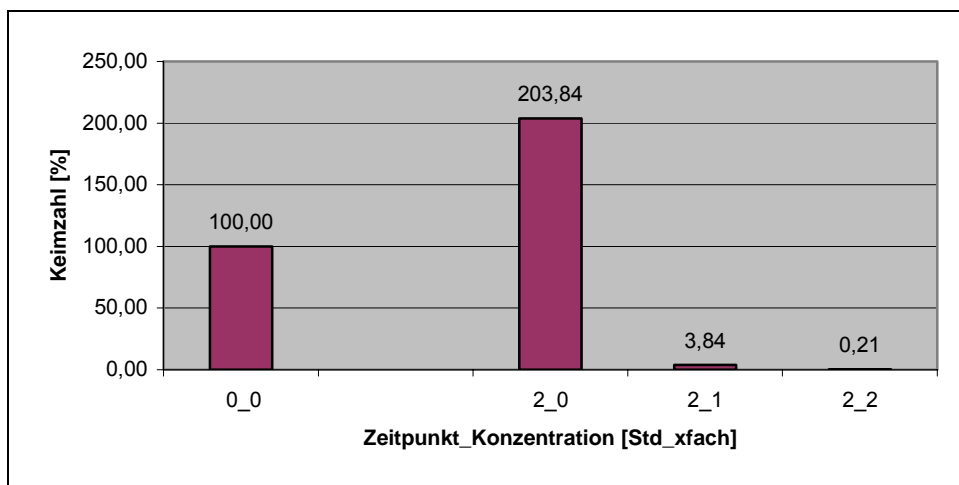


Abb. 168: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

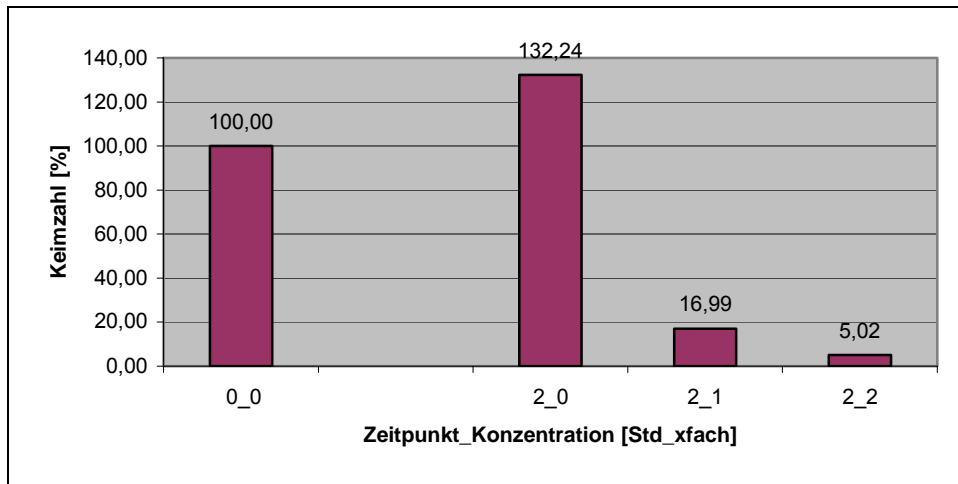


Abb. 169: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

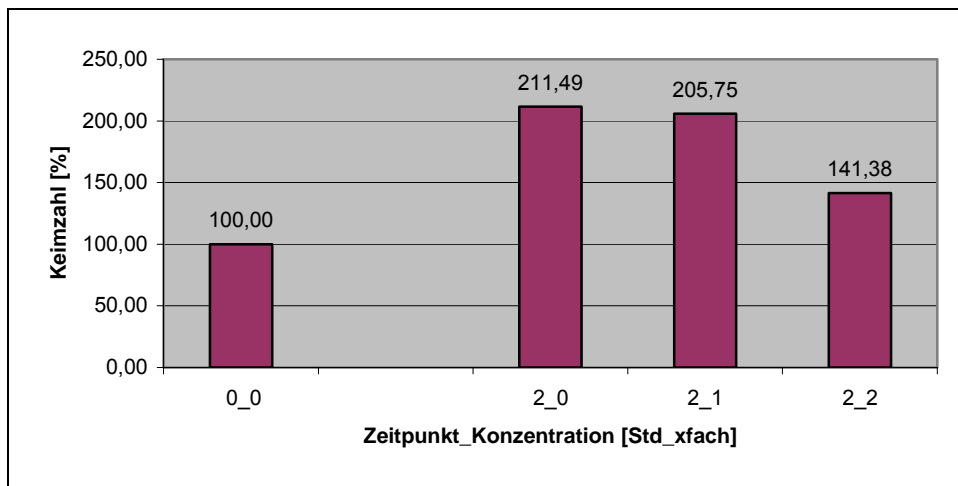


Abb. 170: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Pearls & Dents**

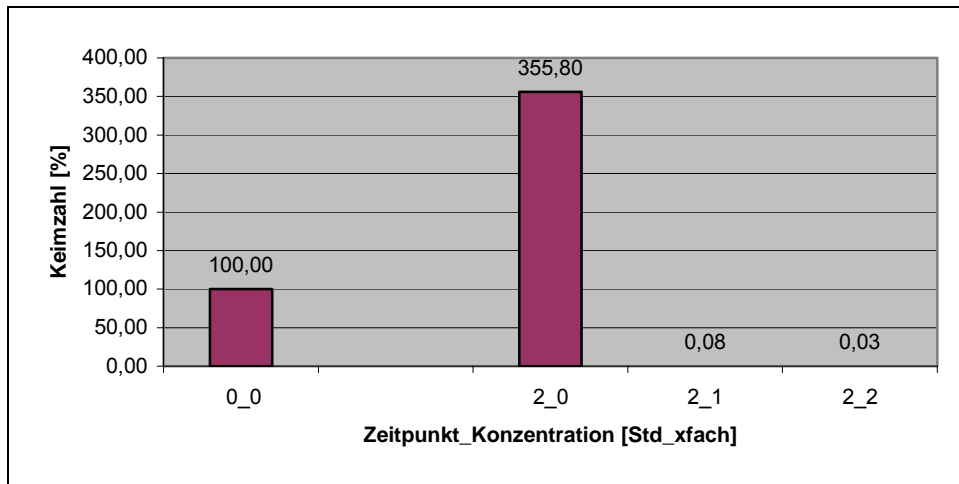


Abb. 171: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

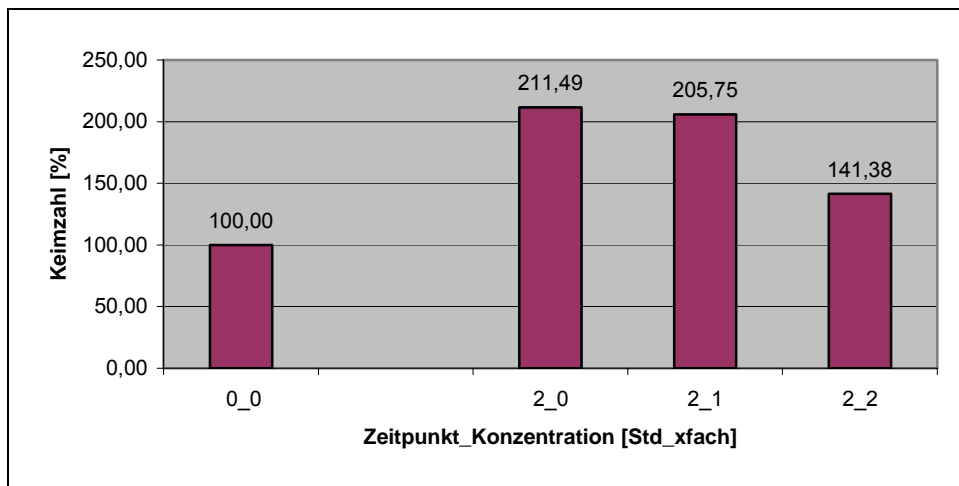


Abb. 172: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

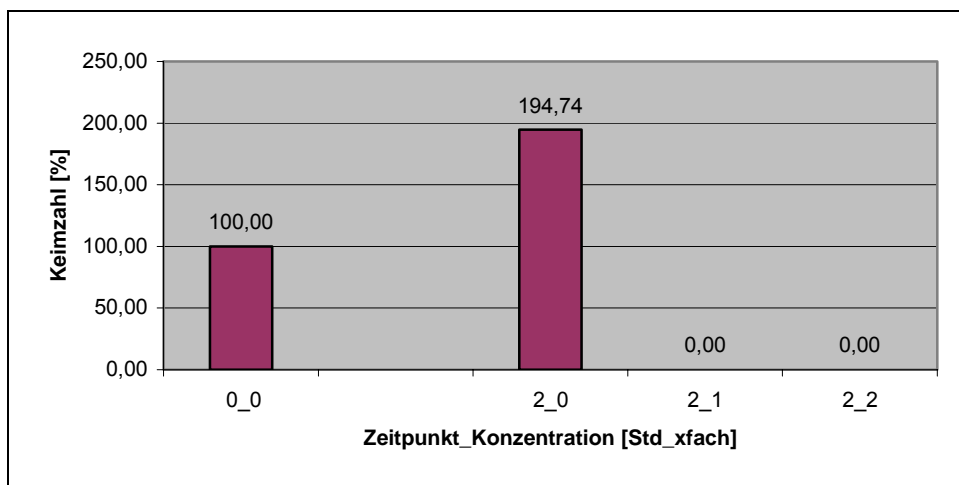


Abb. 173: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

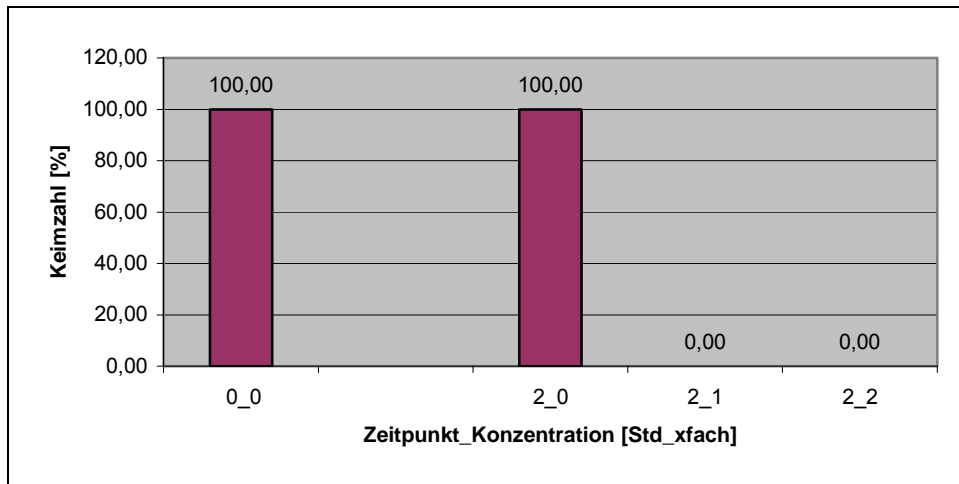


Abb. 174: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

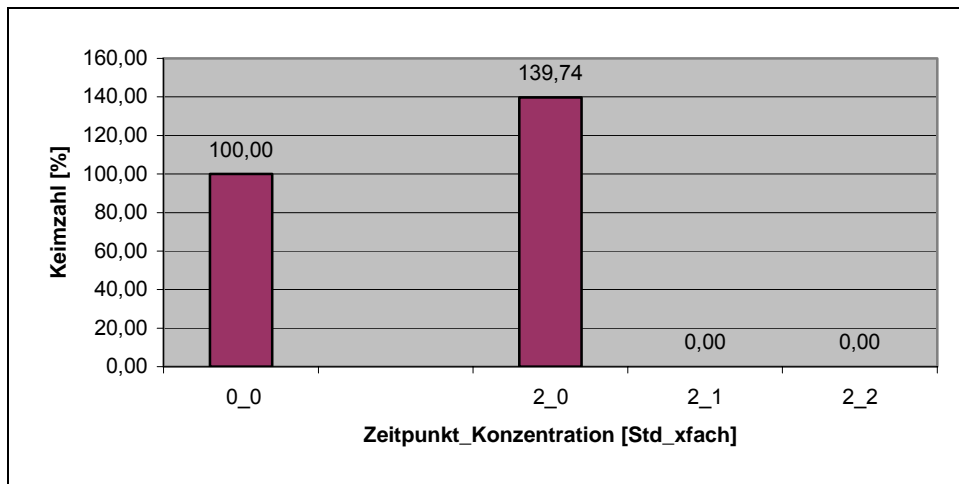


Abb. 175: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

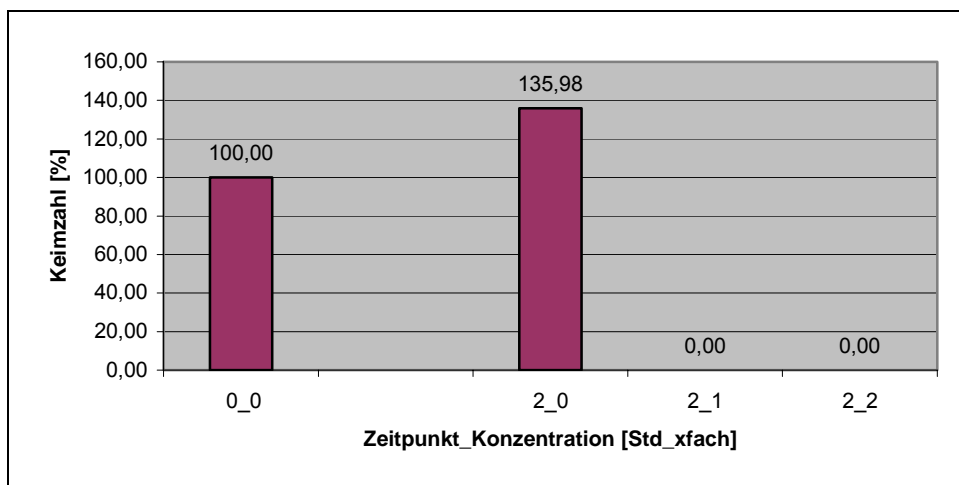


Abb. 176: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

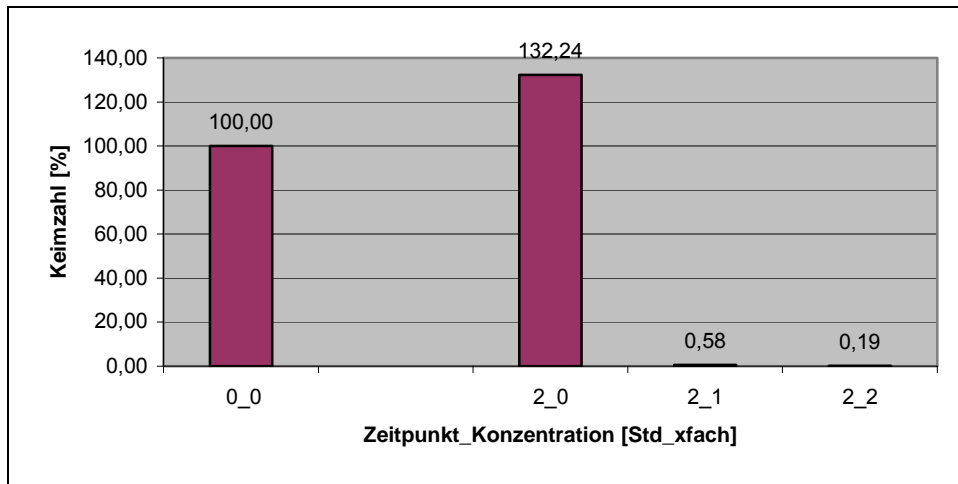


Abb. 177: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

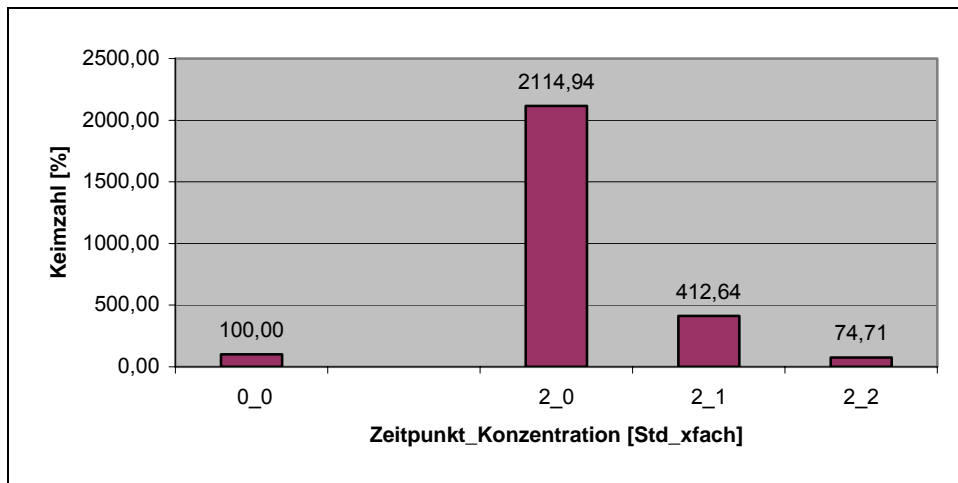


Abb. 178: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Meridol**

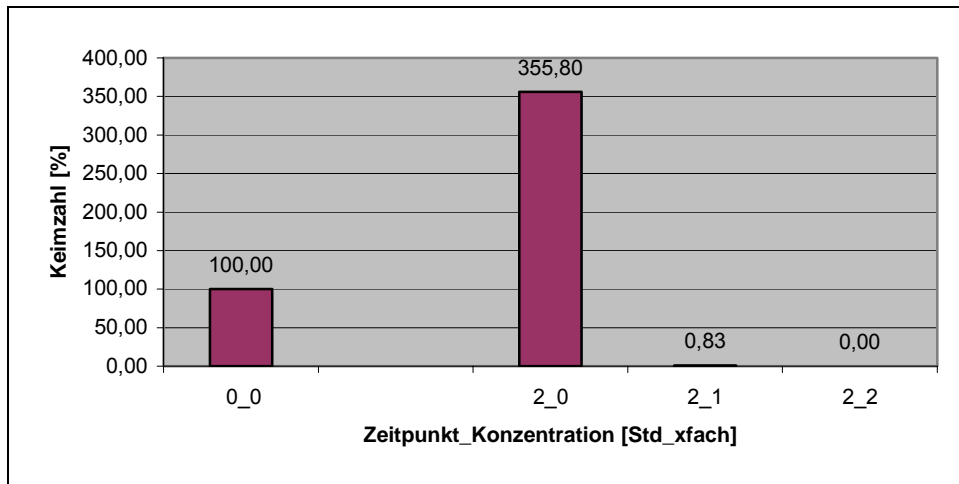


Abb. 179: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

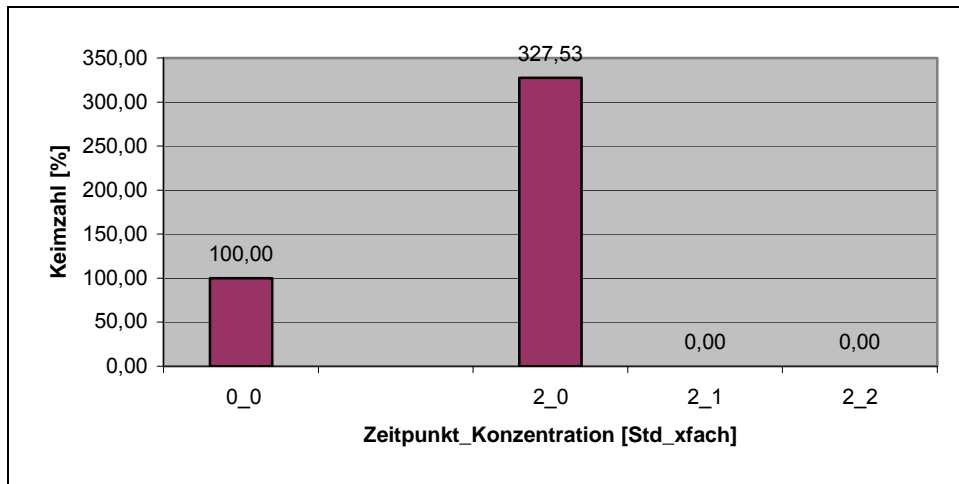


Abb. 180: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

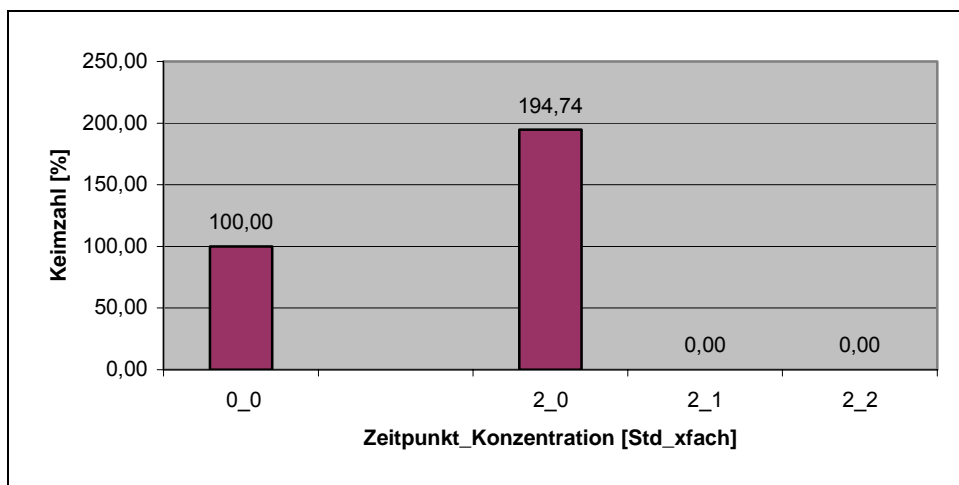


Abb. 181: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**



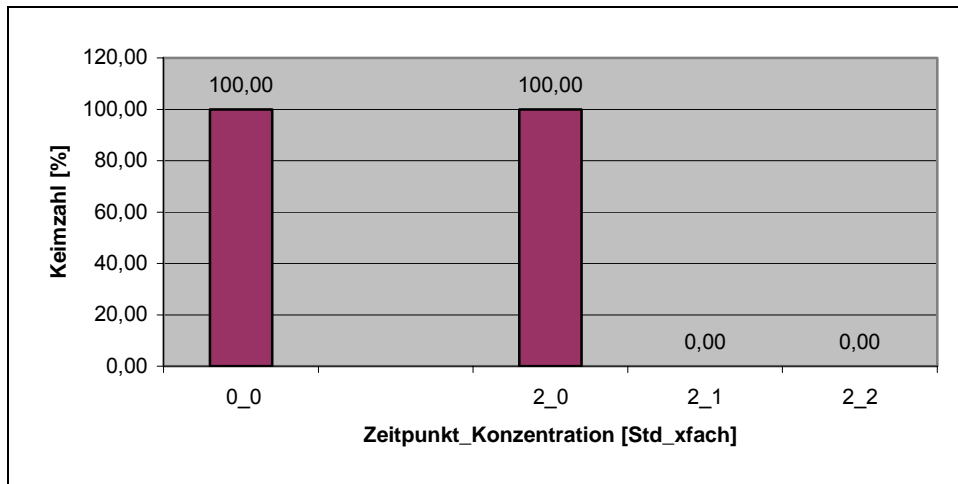


Abb. 182: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

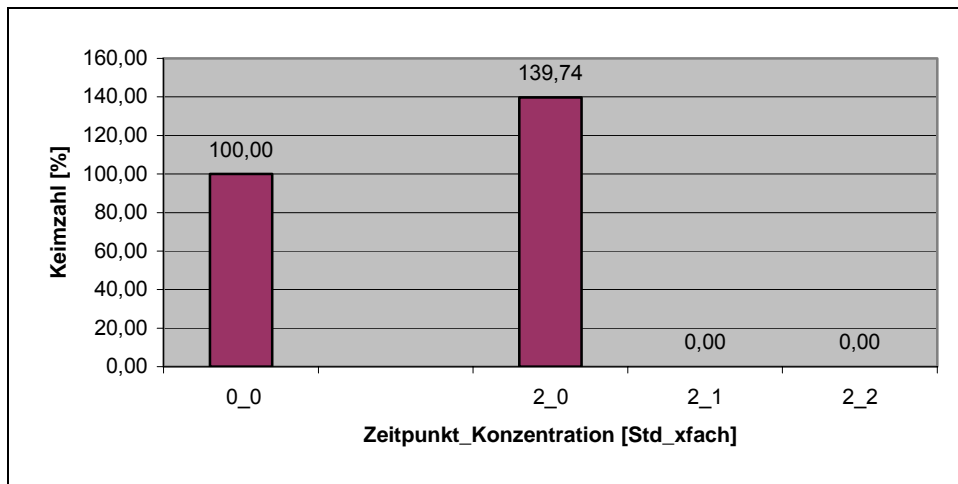


Abb. 183: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

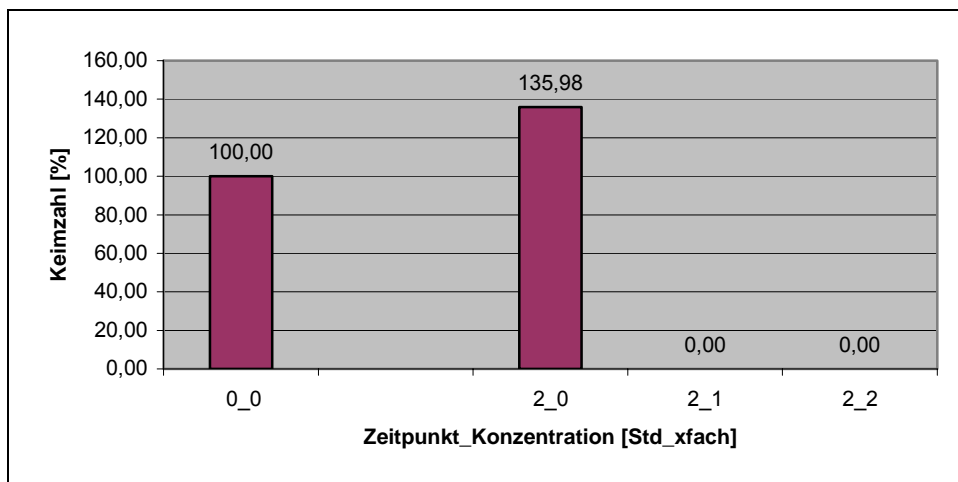


Abb. 184: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

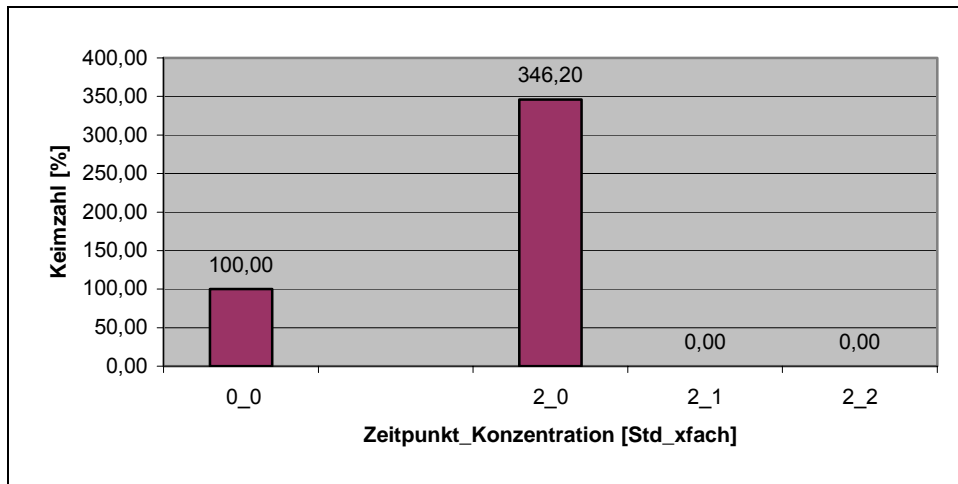


Abb. 185: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

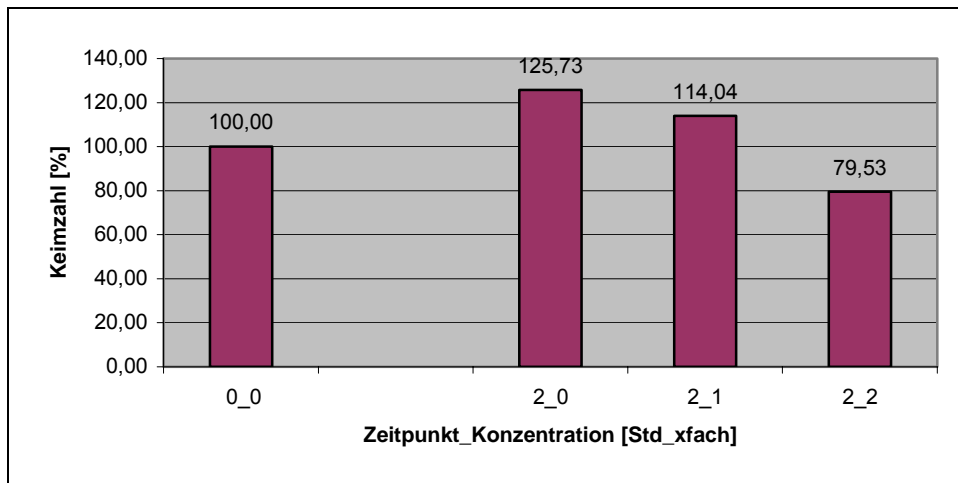


Abb. 186: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dr. Best**

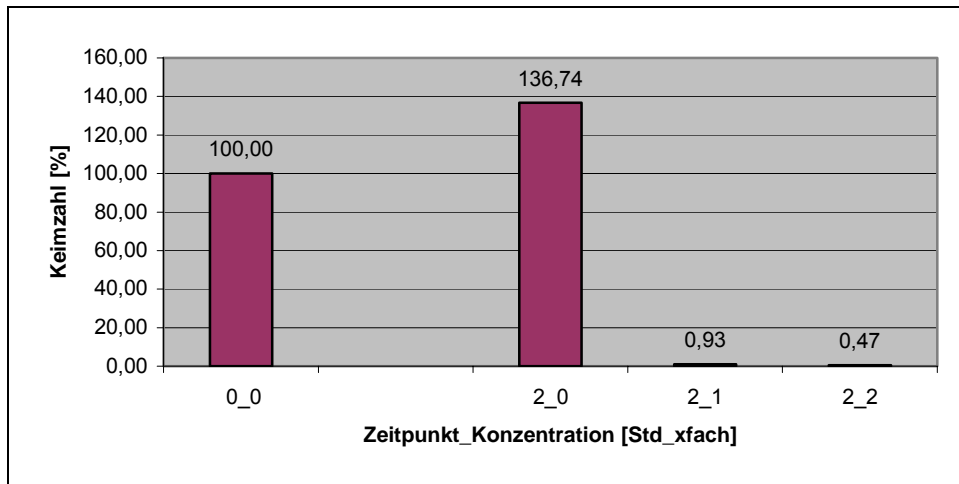


Abb. 187: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

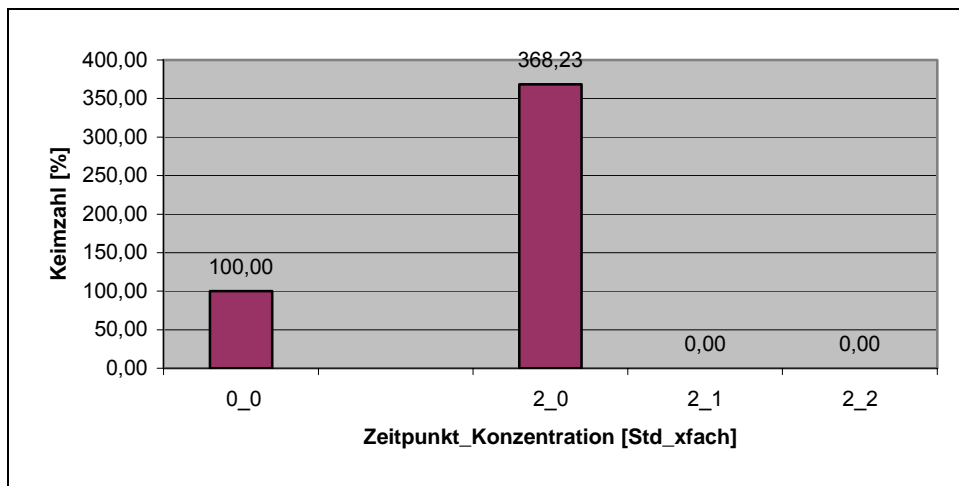


Abb. 188: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

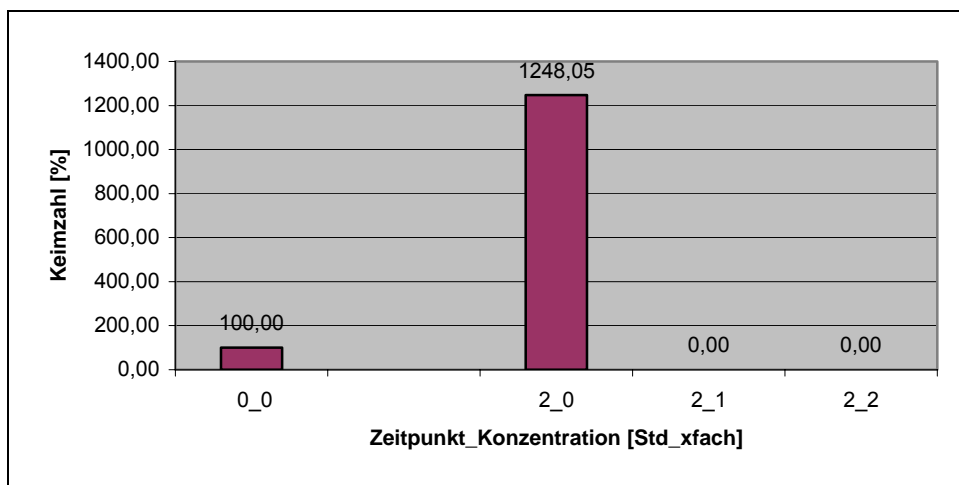


Abb. 189: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

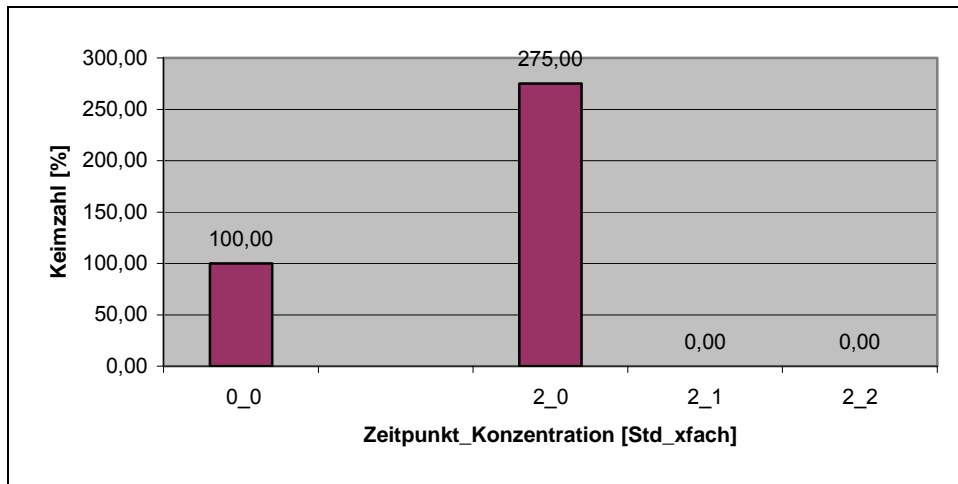


Abb. 190: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

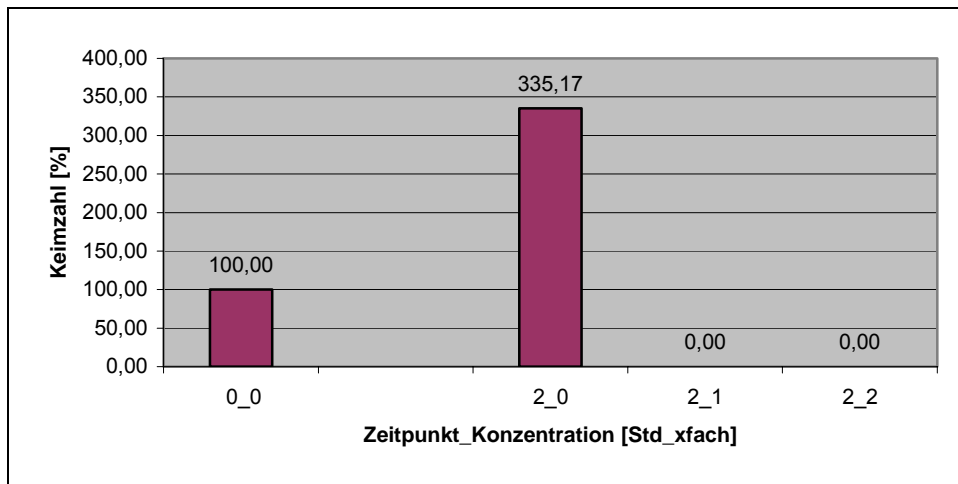


Abb. 191: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

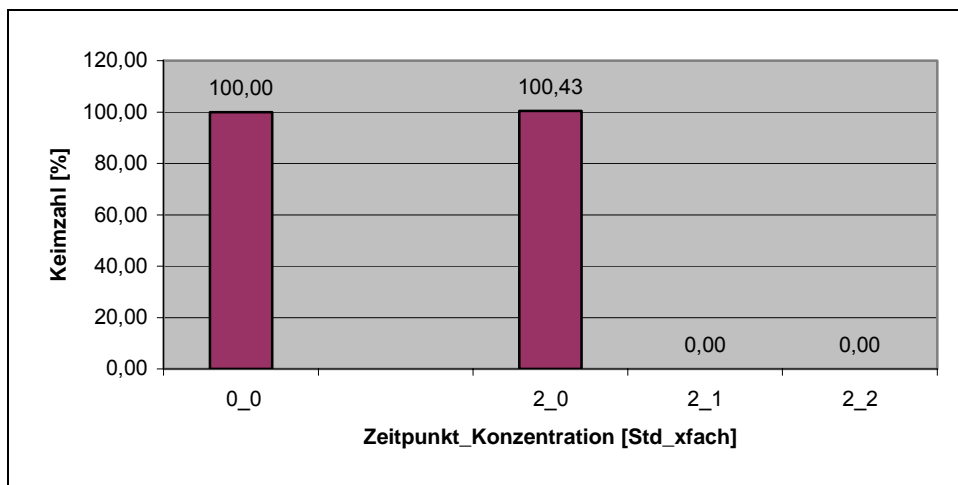


Abb. 192: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

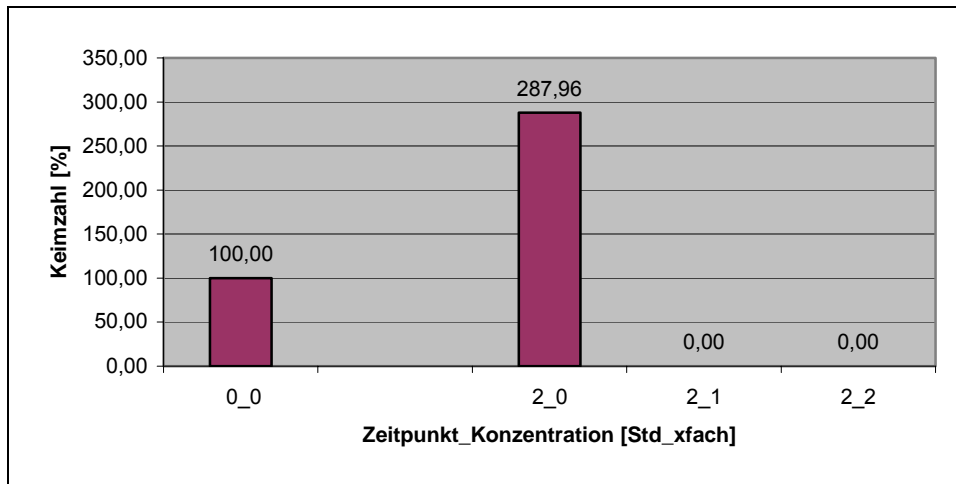


Abb. 194: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

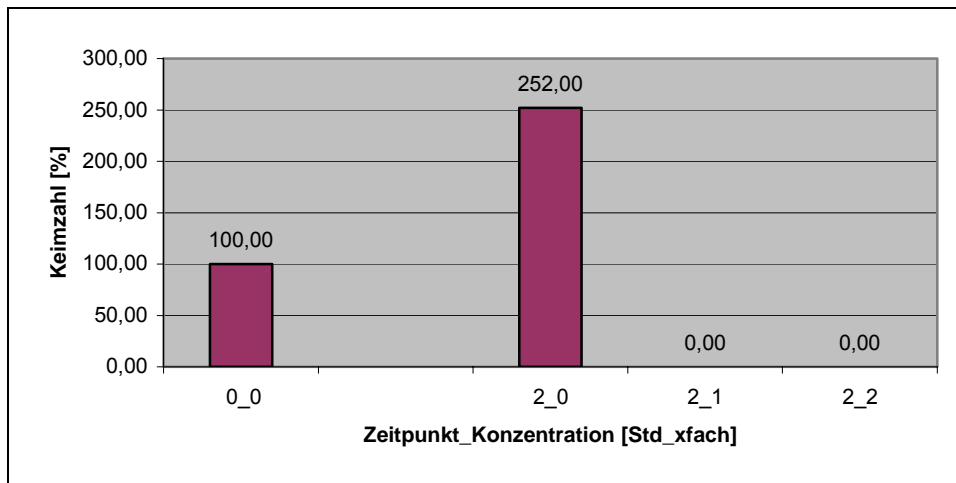


Abb. 195: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Parodontax**

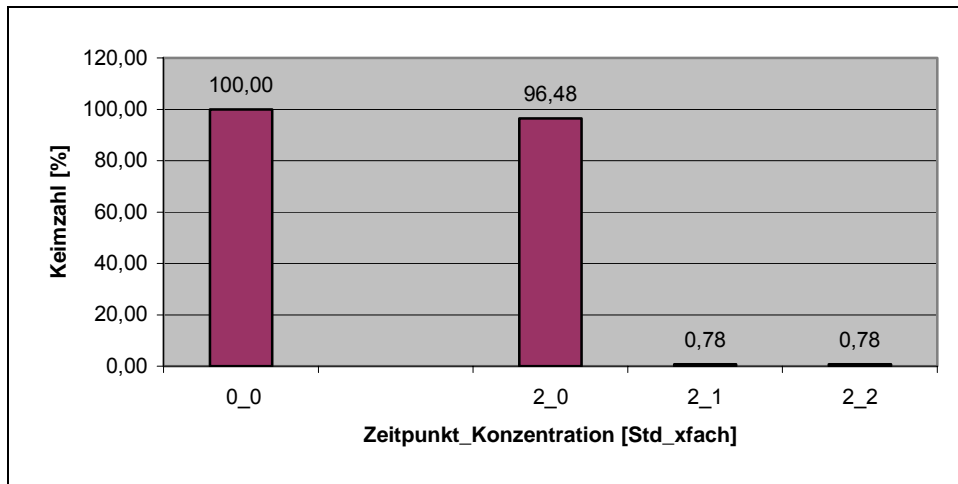


Abb. 196: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

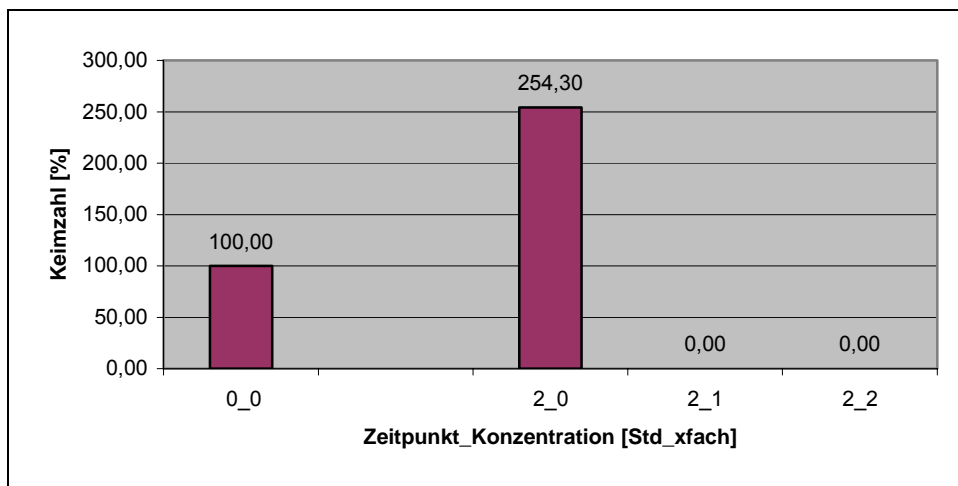


Abb. 197: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

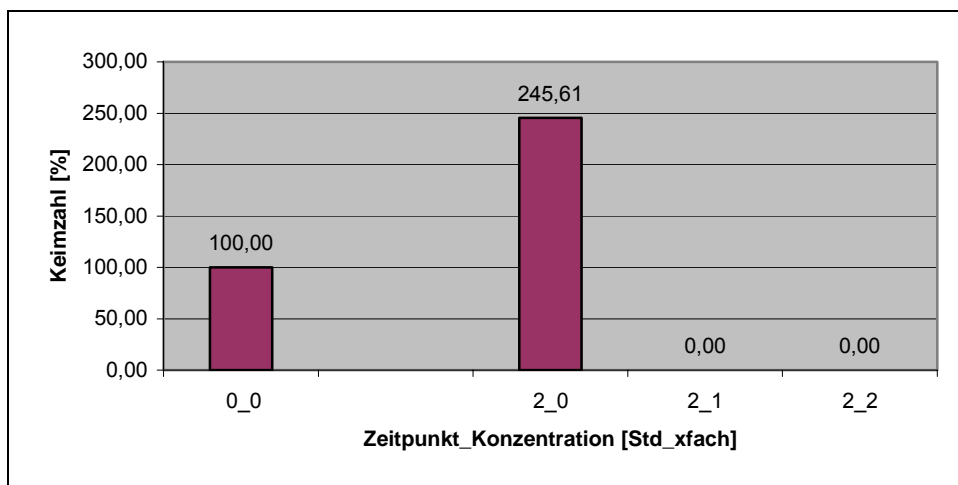


Abb. 198: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

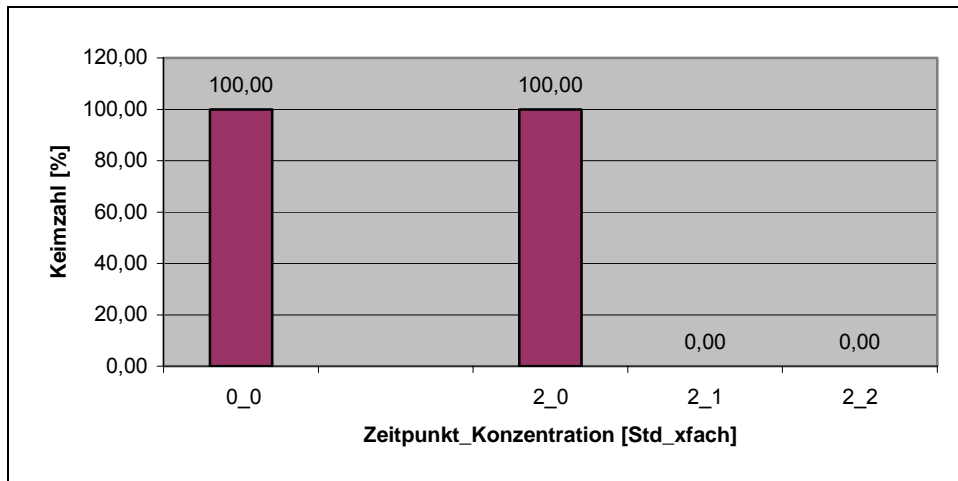


Abb. 199: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

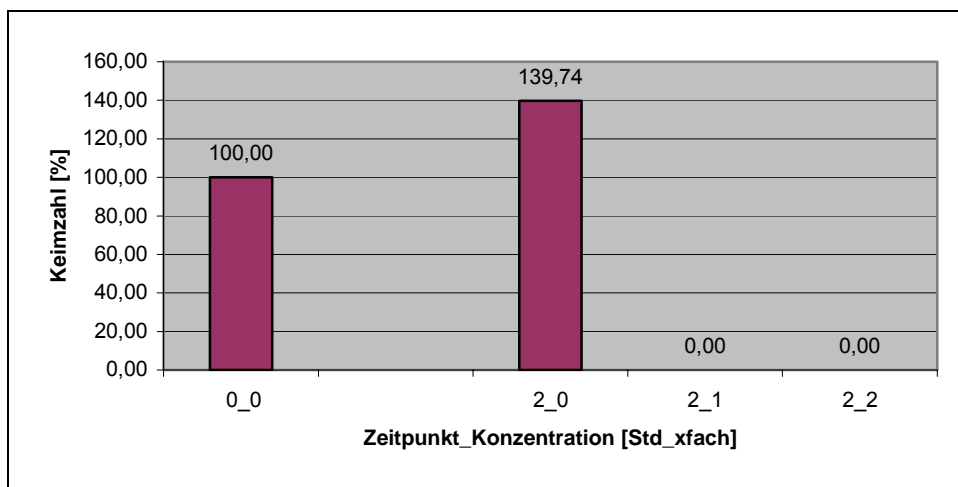


Abb. 200: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

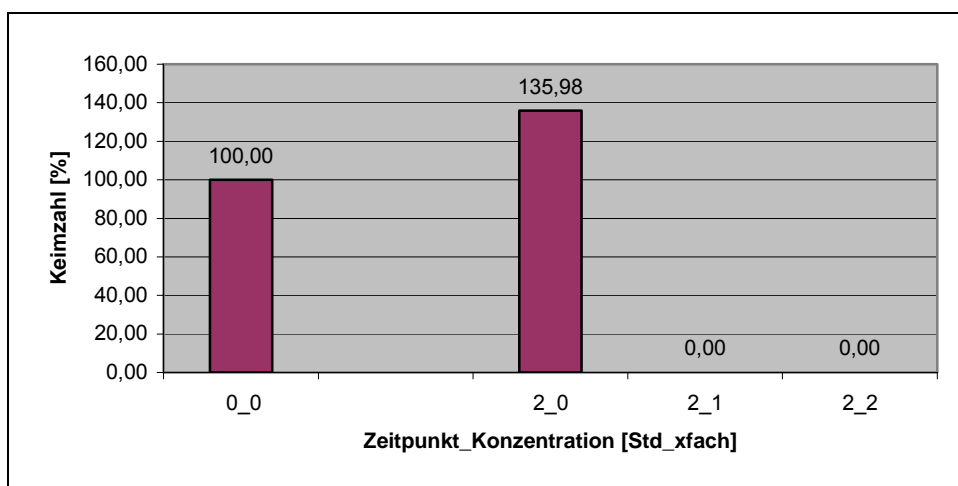


Abb. 201: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

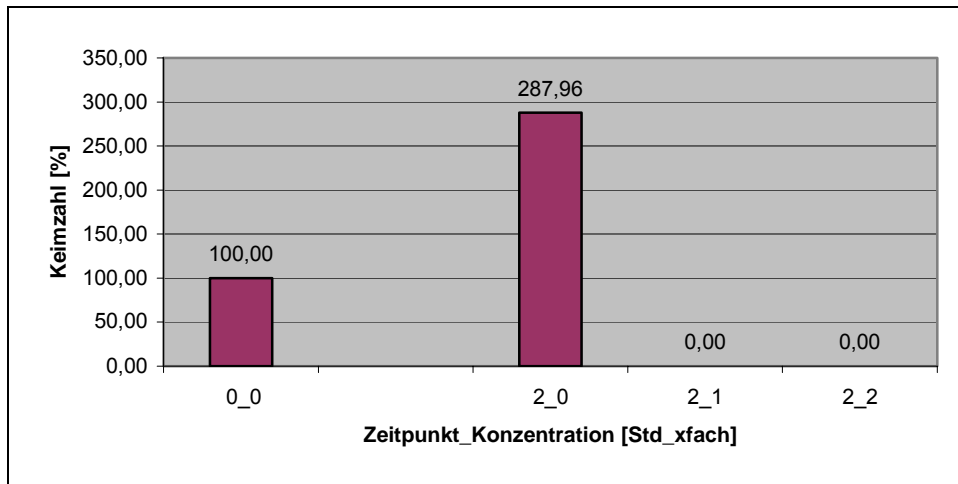


Abb. 202: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**

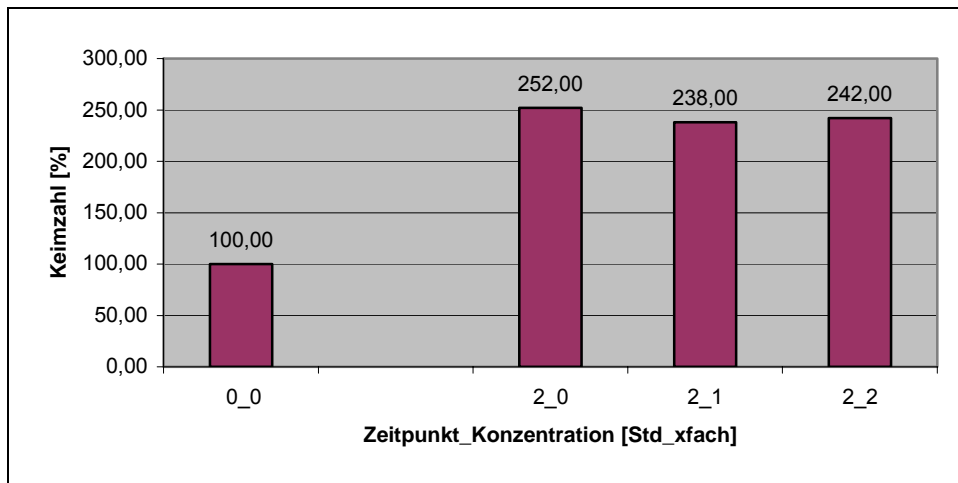


Abb. 203: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlodent**



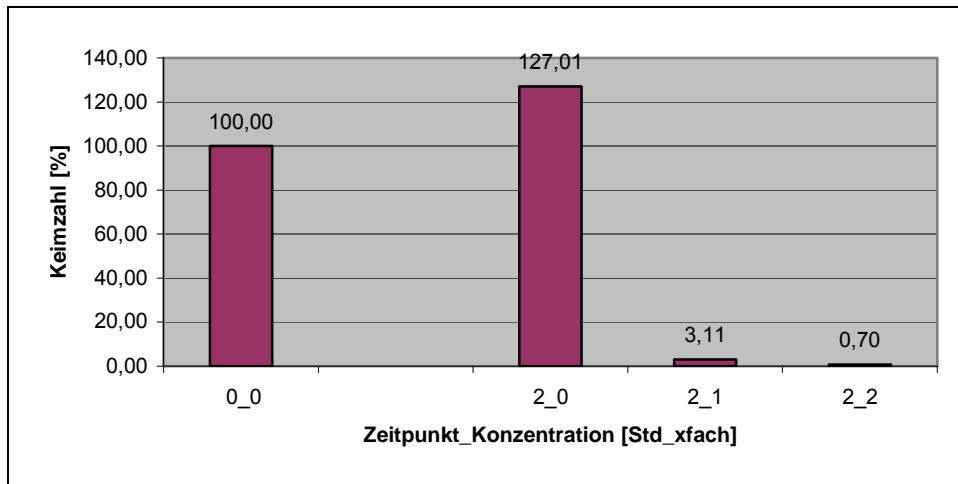


Abb. 204: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

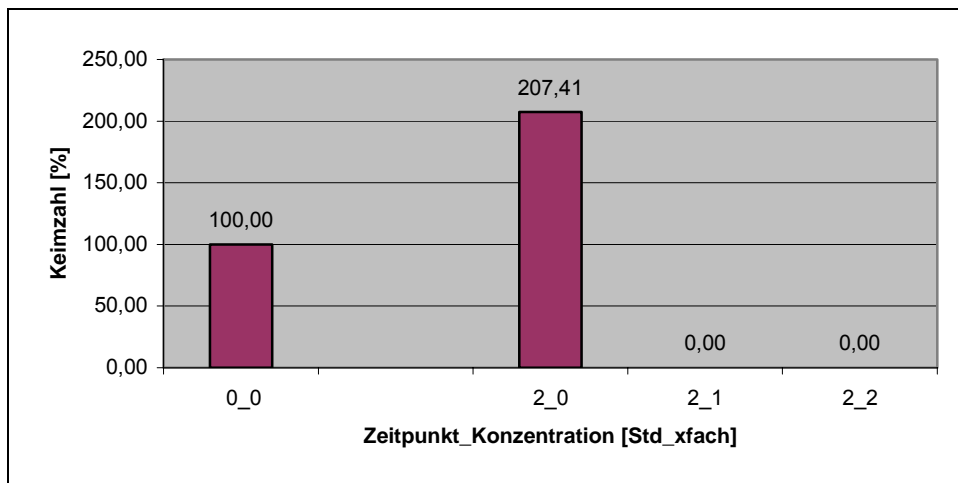


Abb. 205: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

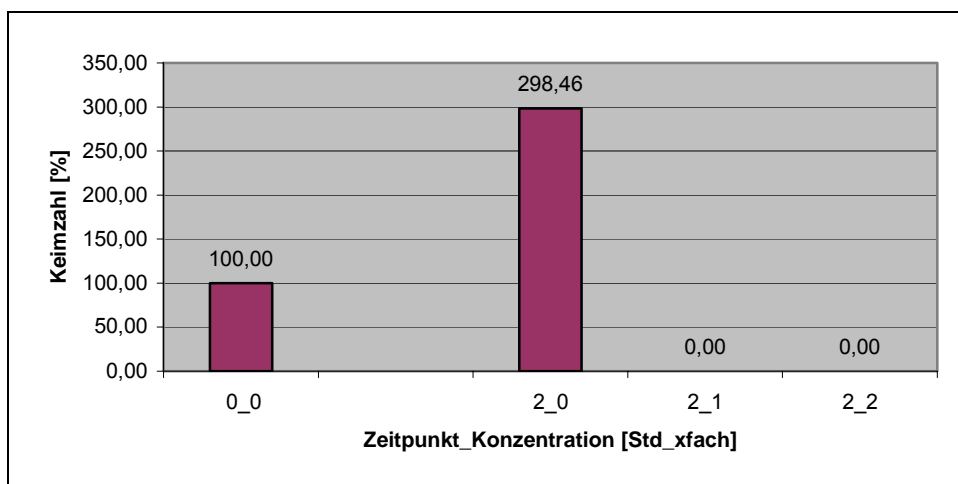


Abb. 206: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

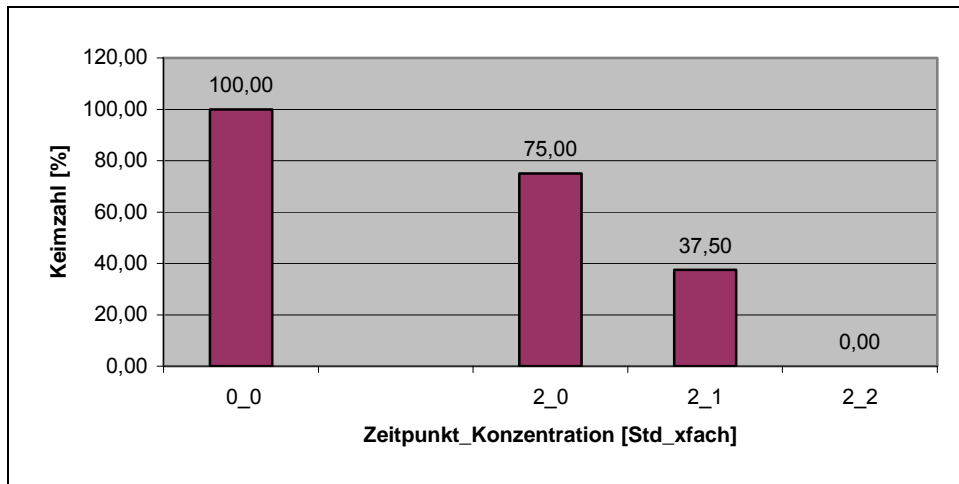


Abb. 207: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

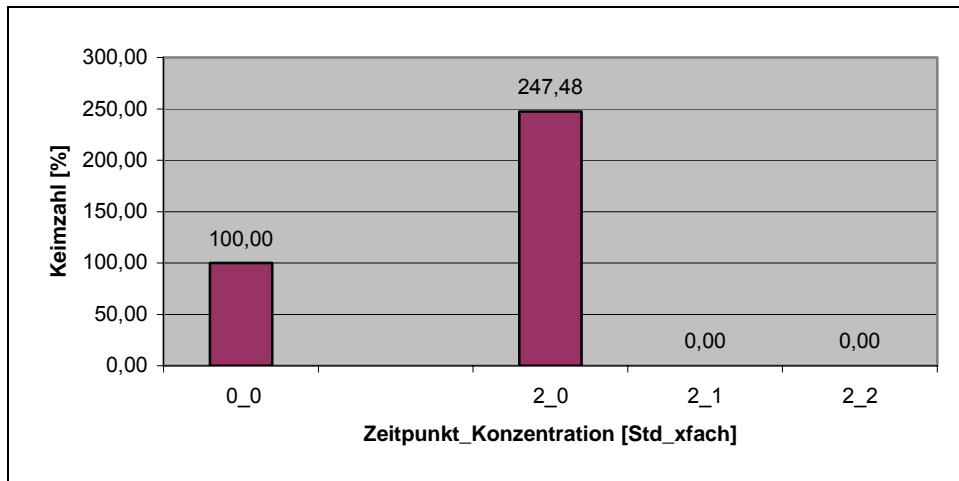


Abb. 208: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

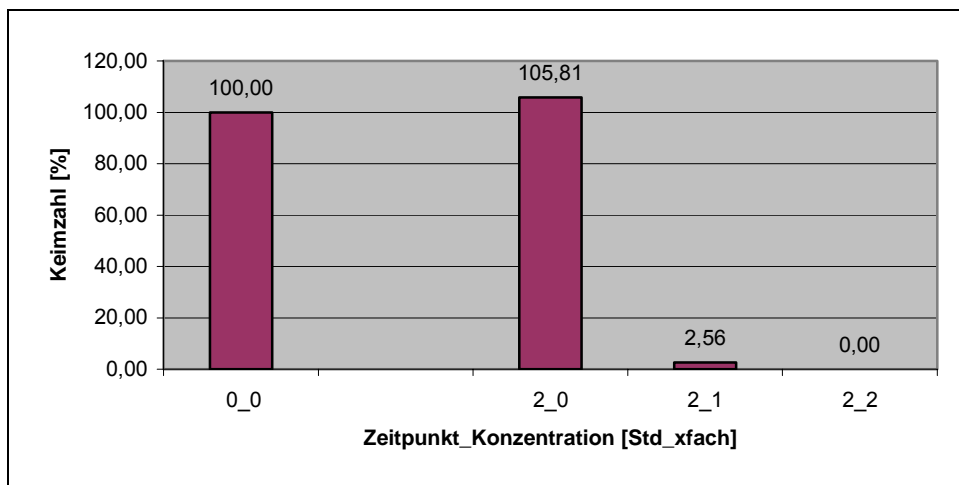


Abb. 209: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

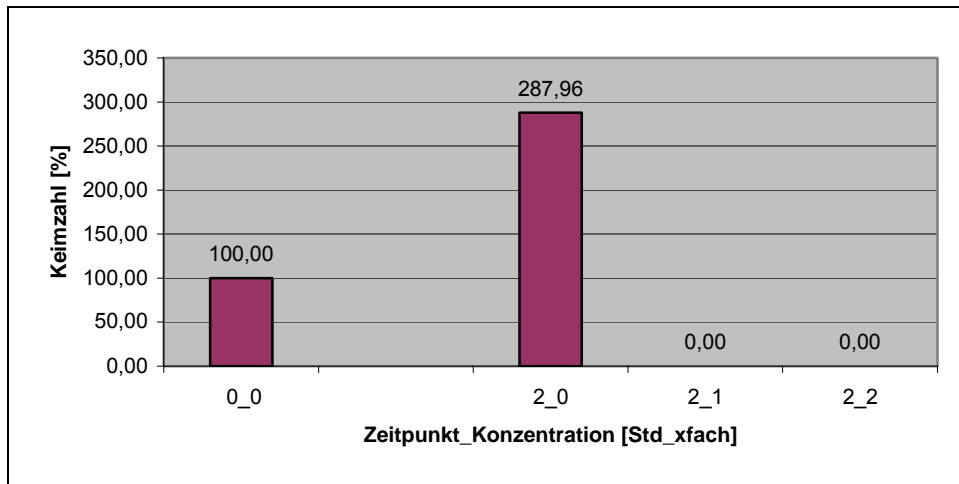


Abb. 210: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

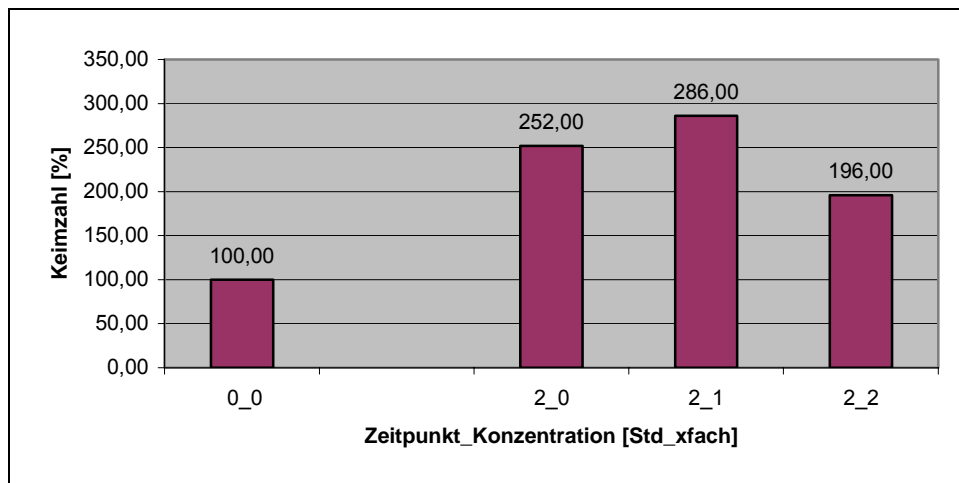


Abb. 211: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Theramed**

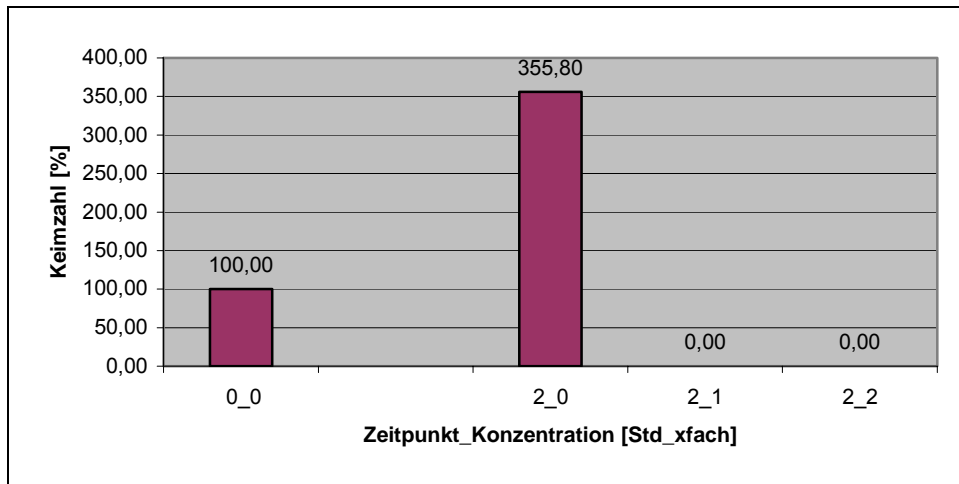


Abb. 212: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

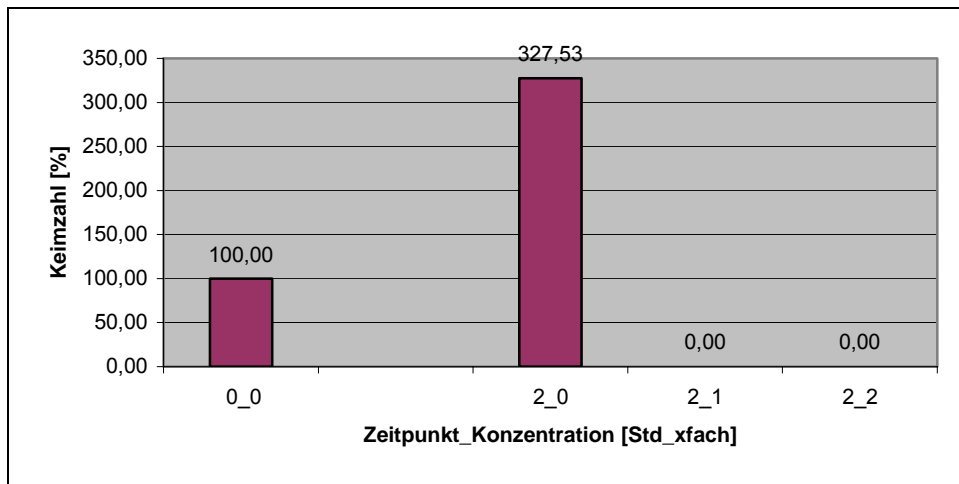


Abb. 213: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

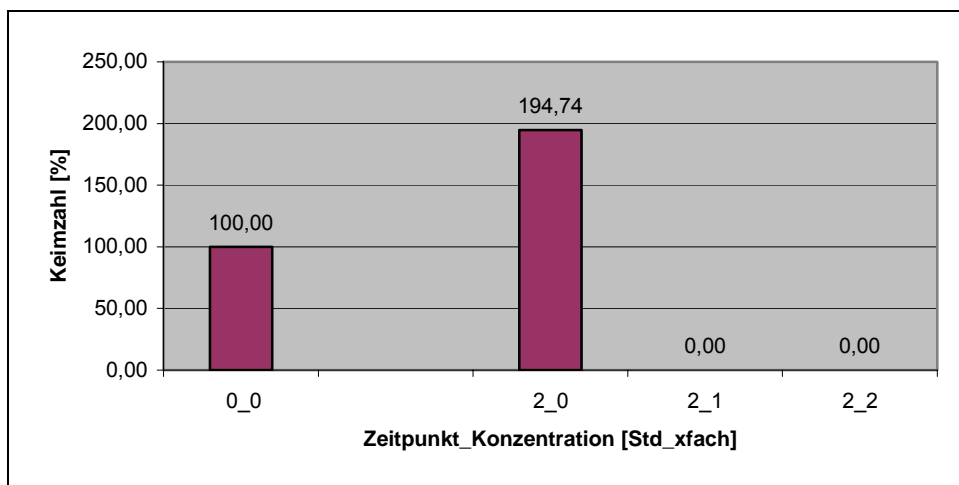


Abb. 214: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

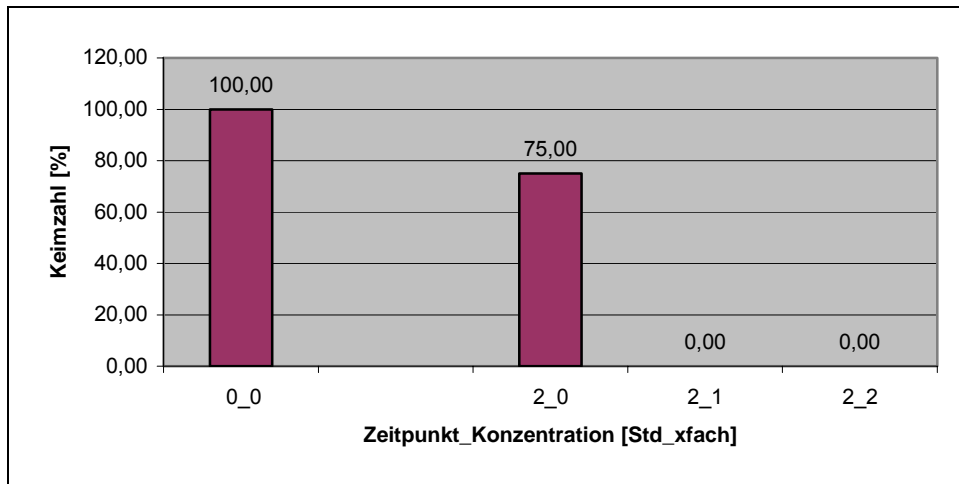


Abb. 215: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

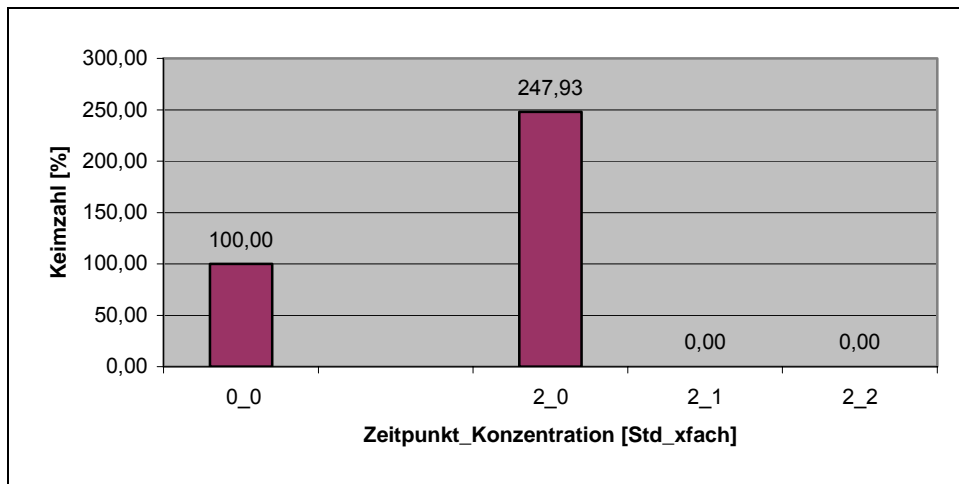


Abb. 216: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

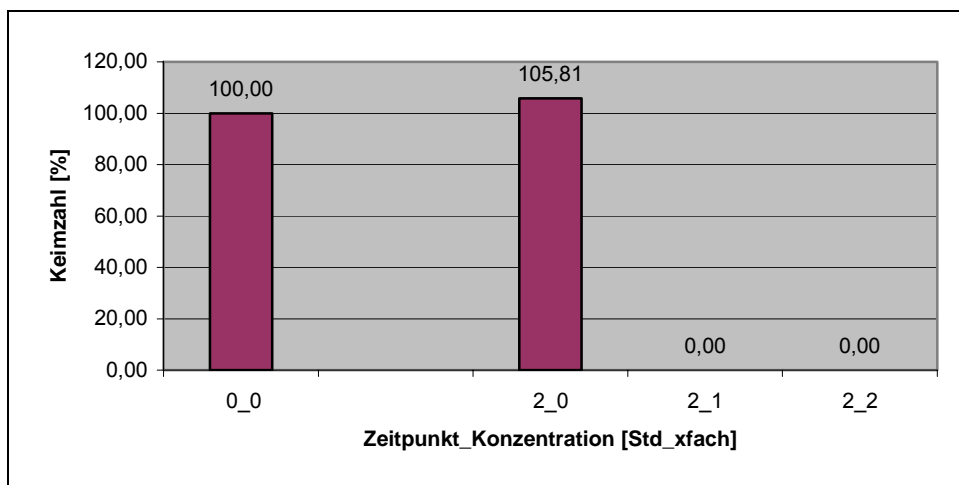


Abb. 217: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

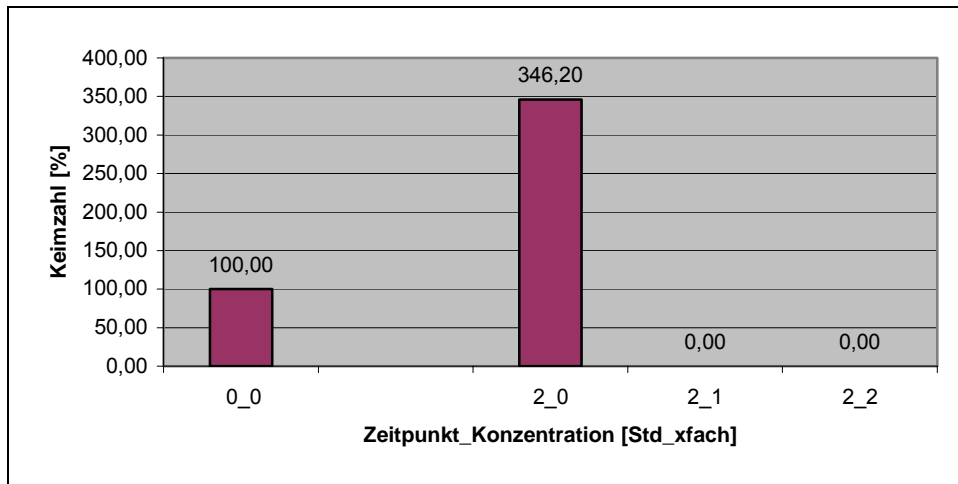


Abb. 218: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

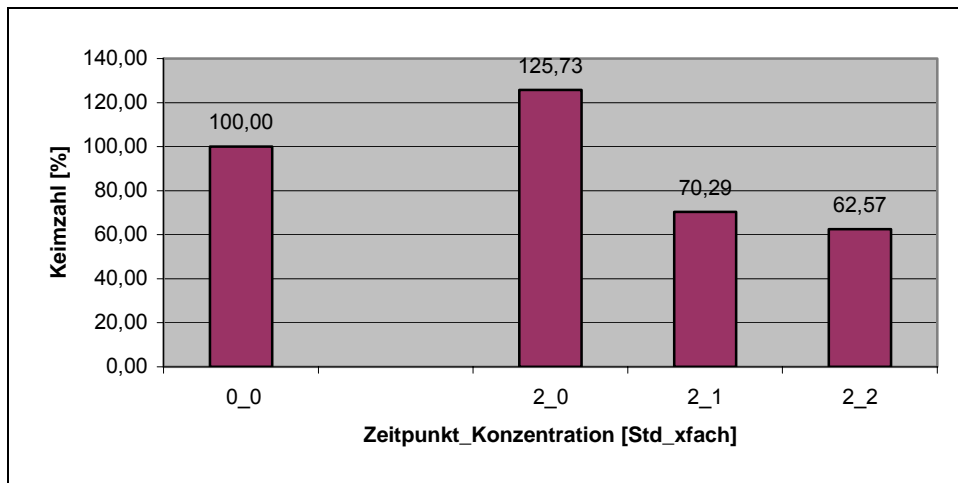


Abb. 219: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Dentagard**

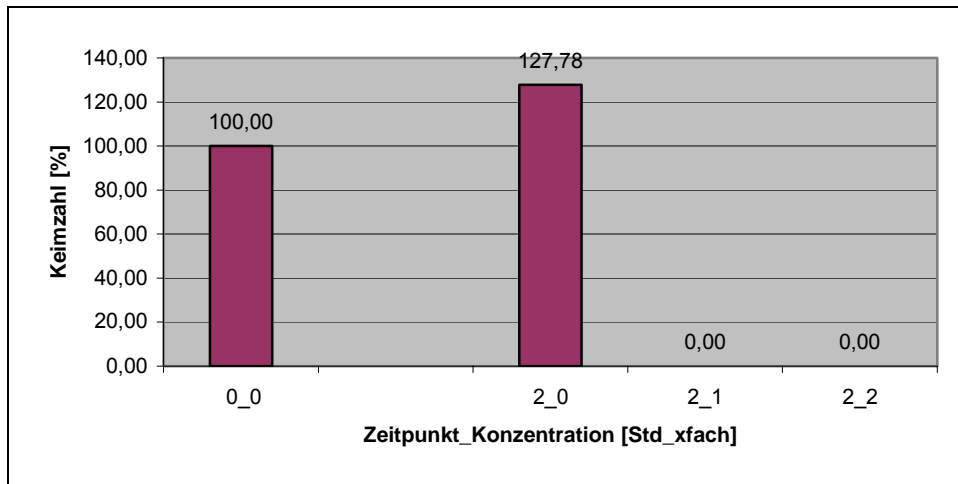


Abb. 220: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

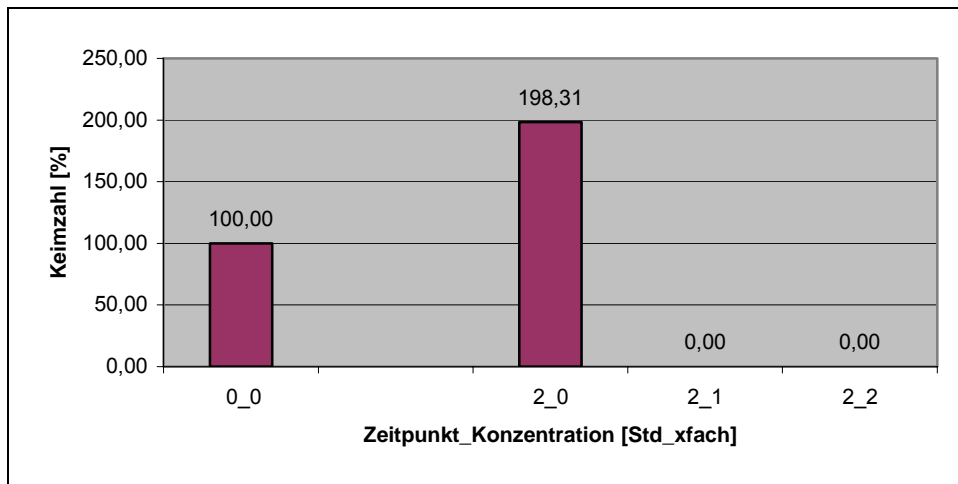


Abb. 221: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

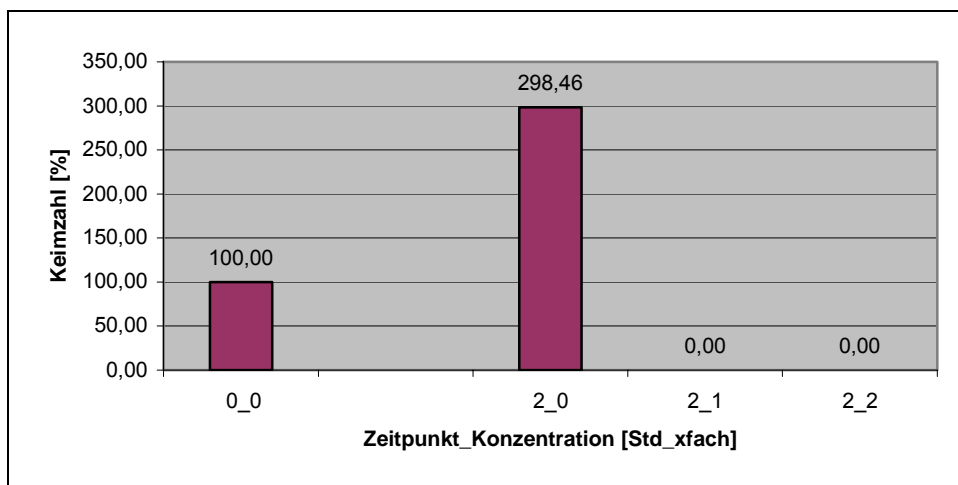


Abb. 222: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

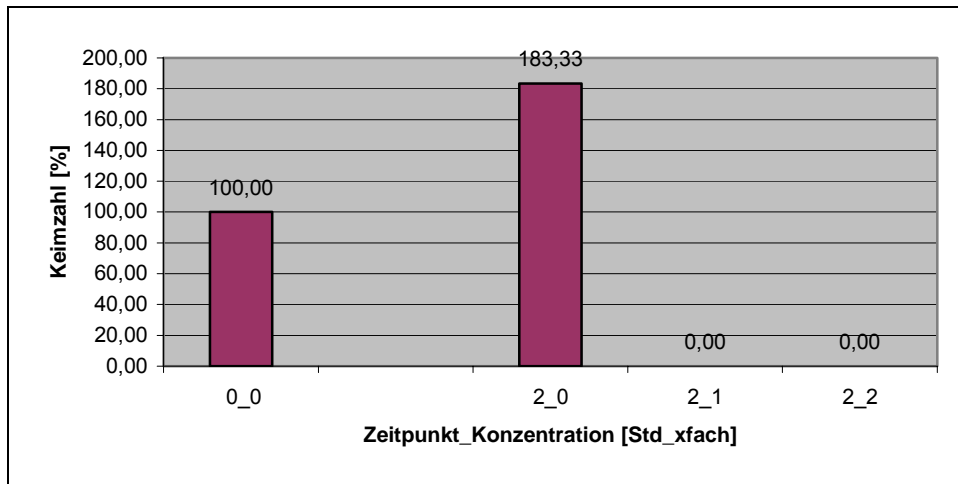


Abb. 223: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

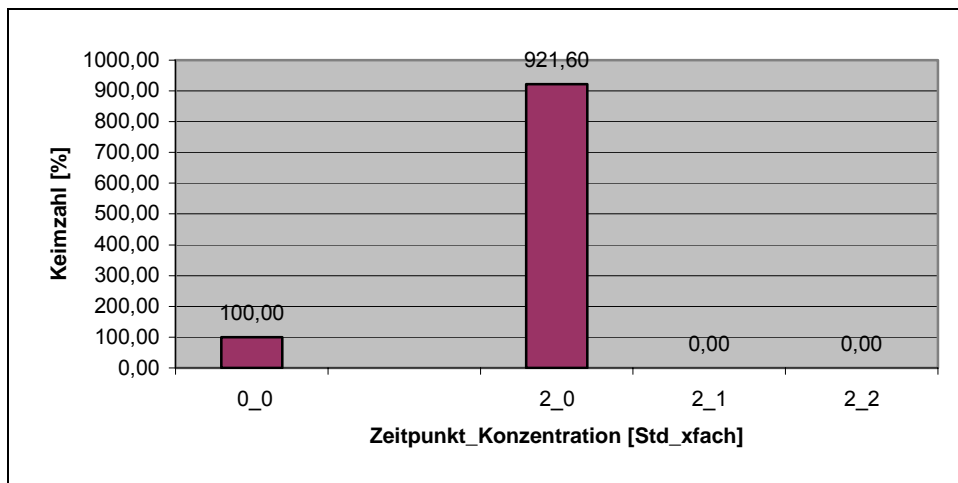


Abb. 224: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

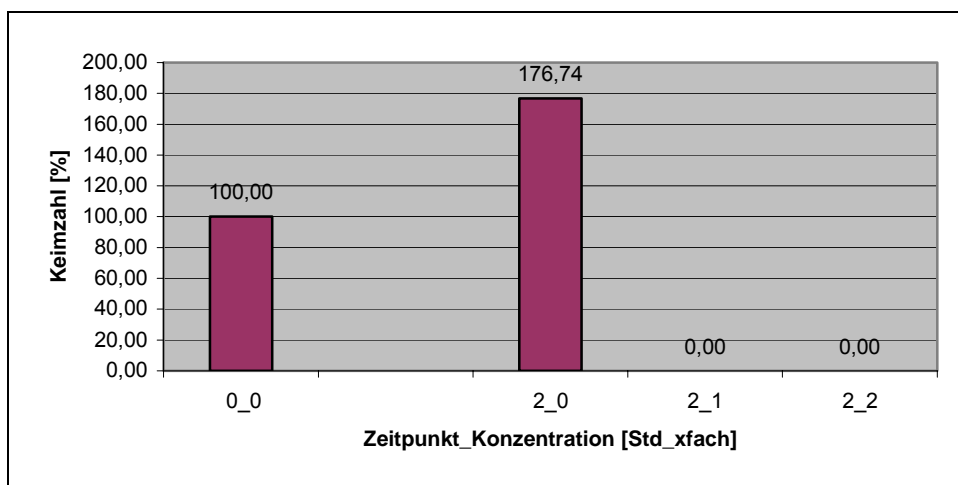


Abb. 225: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**



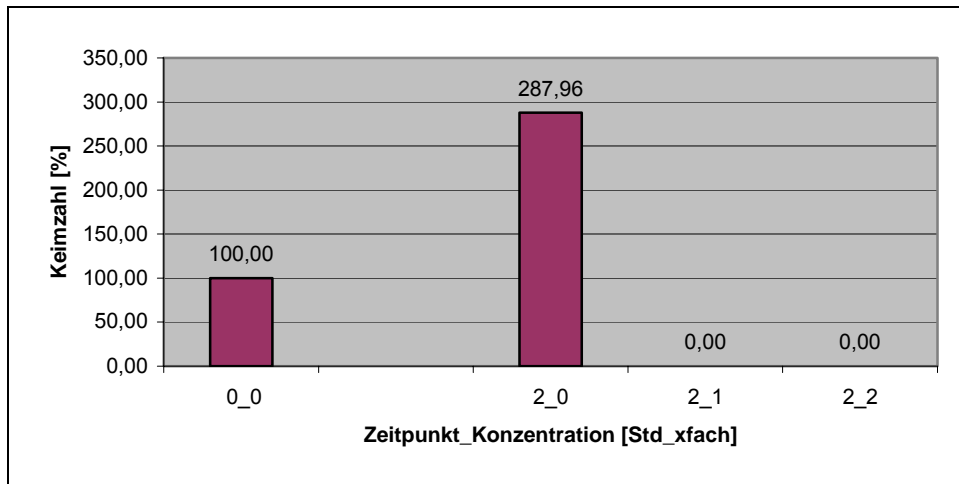


Abb. 226: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

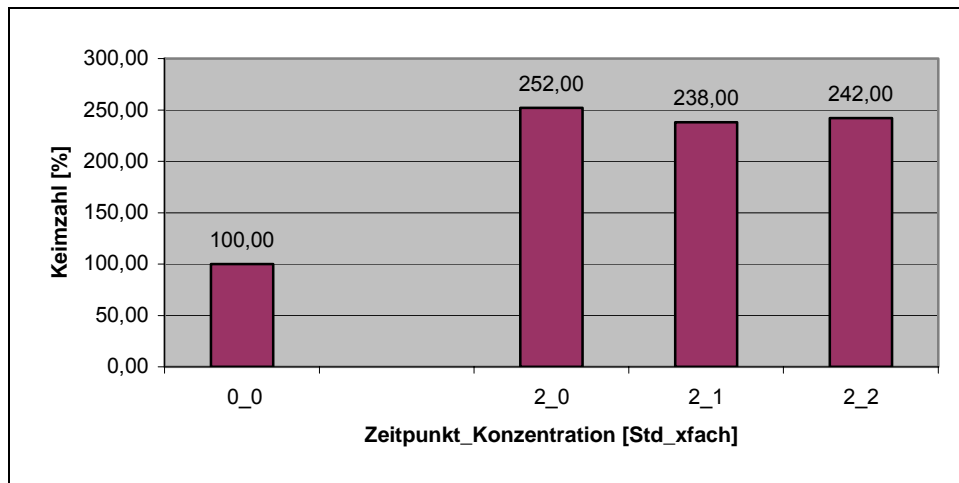


Abb. 227: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Elmex**

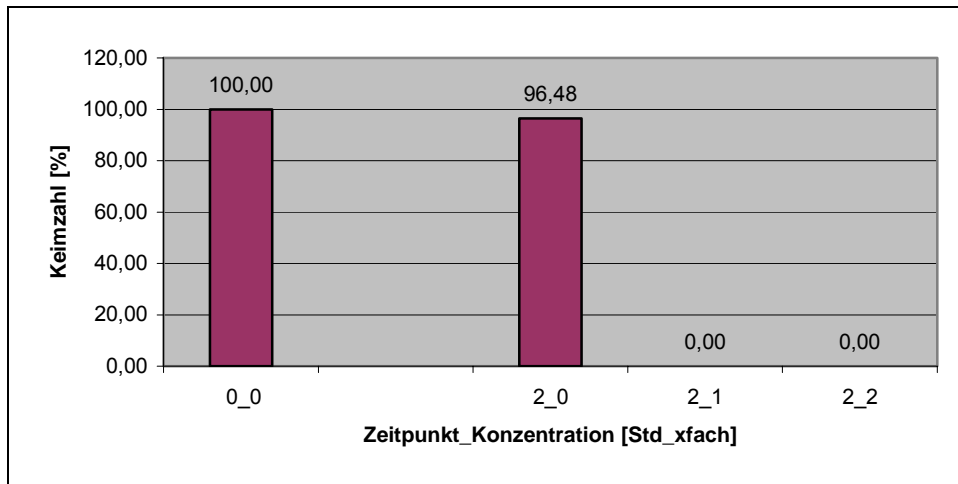


Abb. 228: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

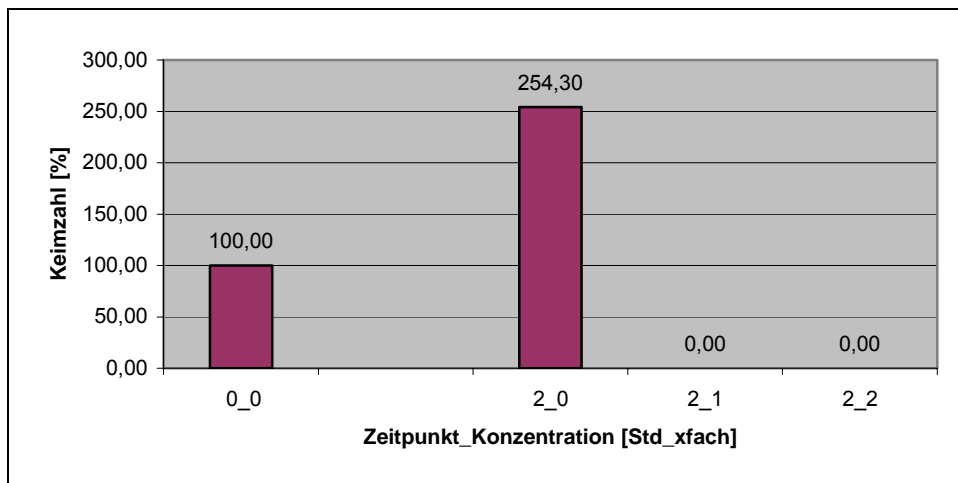


Abb. 229: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

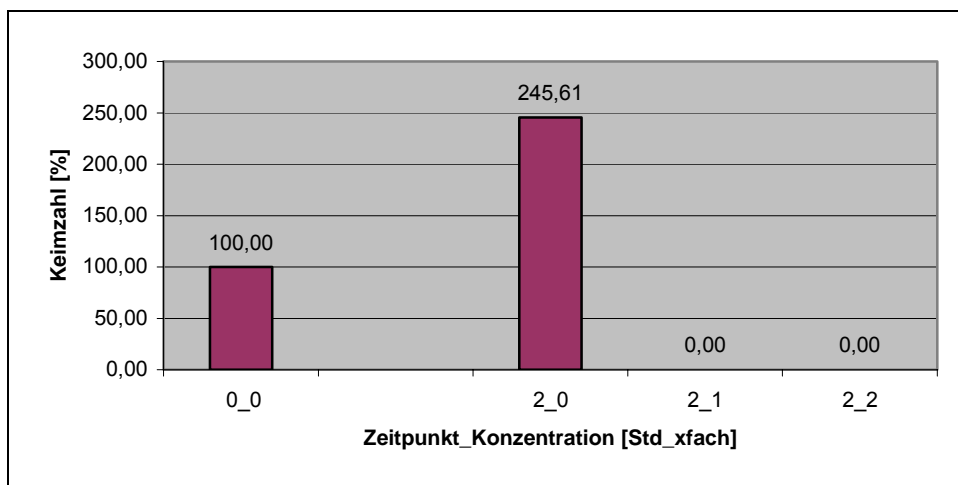


Abb. 230: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

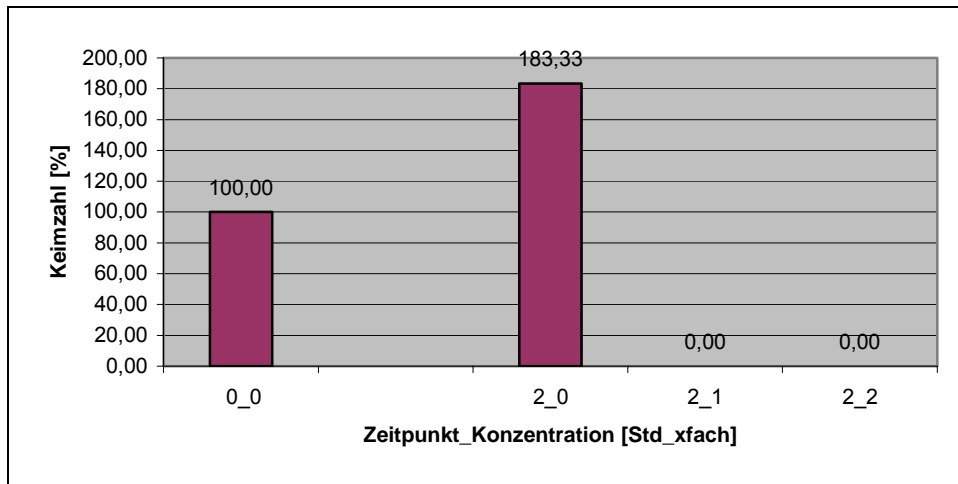


Abb. 231: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

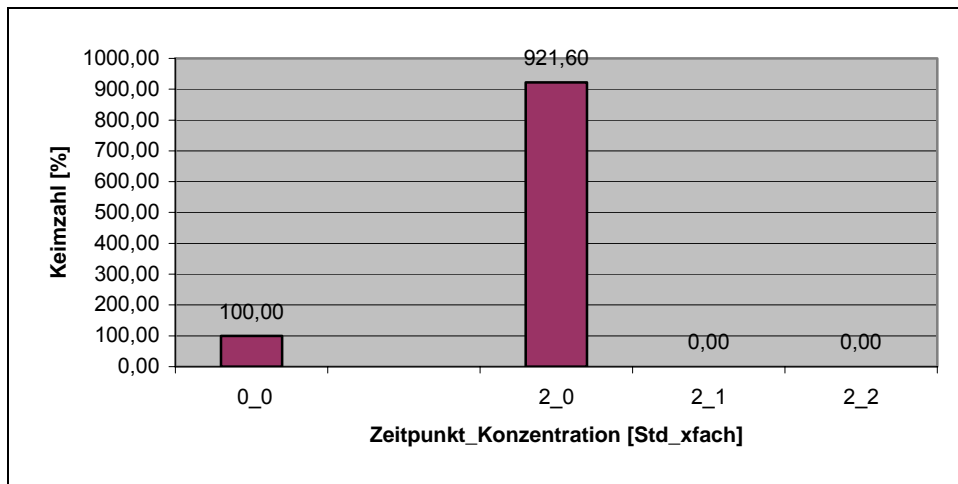


Abb. 232: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

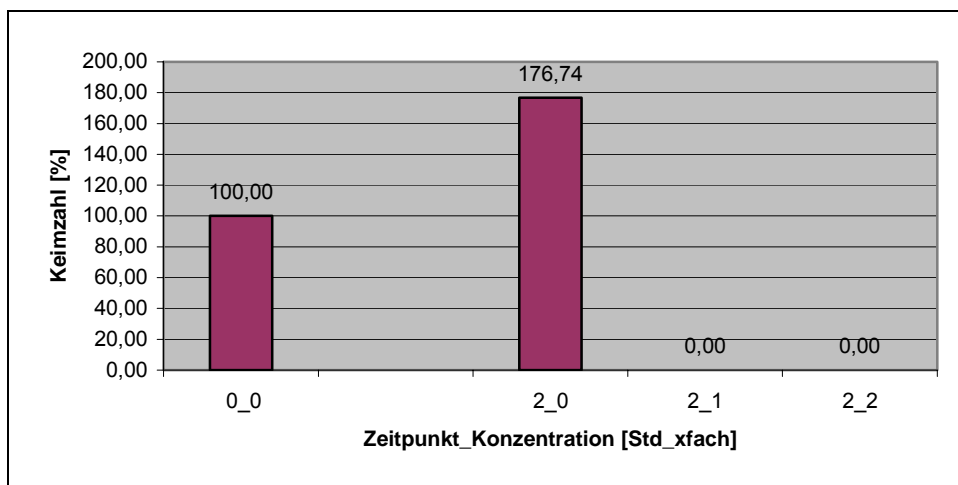


Abb. 233: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

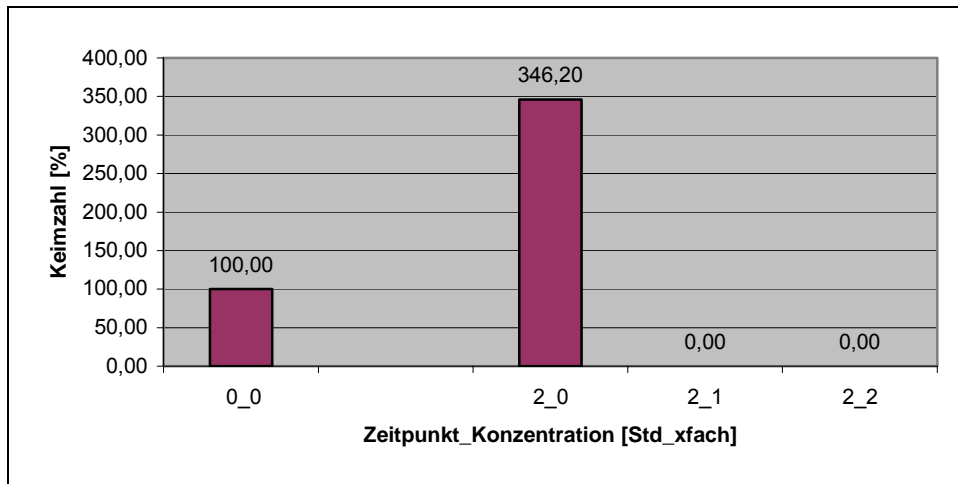


Abb. 234: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

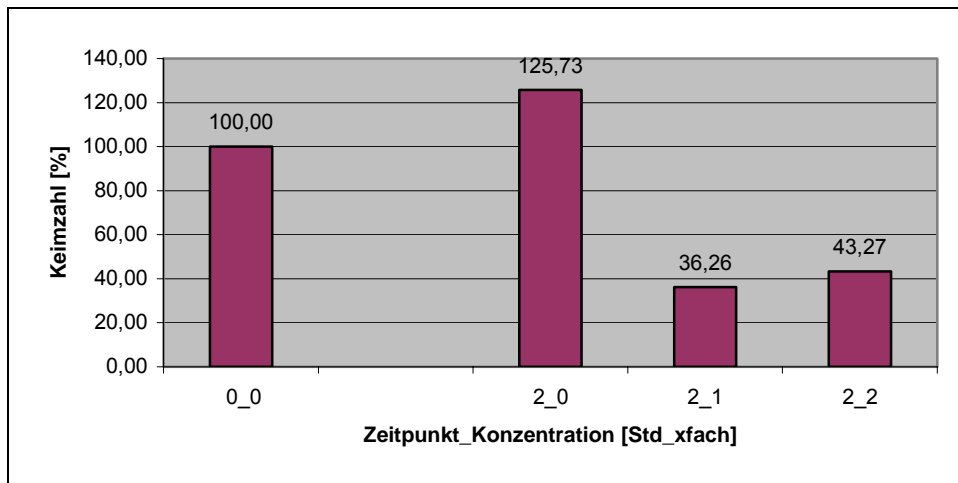


Abb. 235: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Colgate**

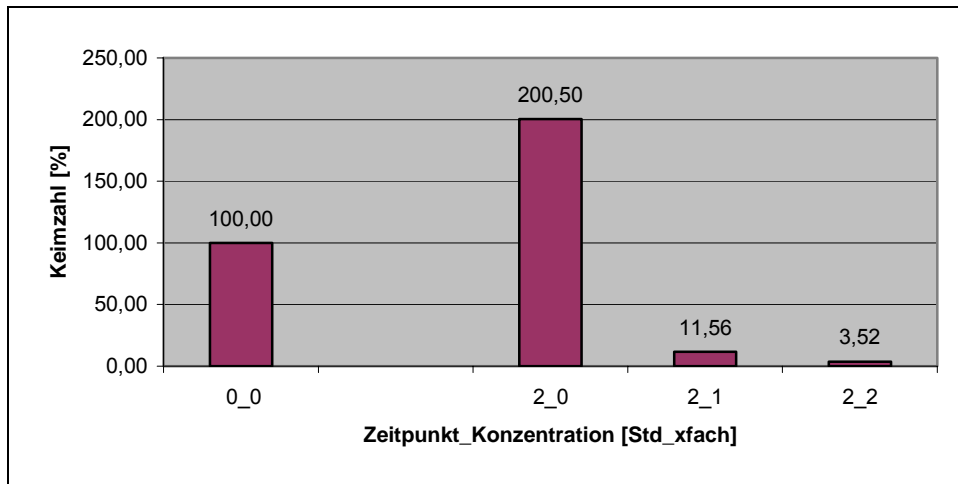


Abb. 236: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

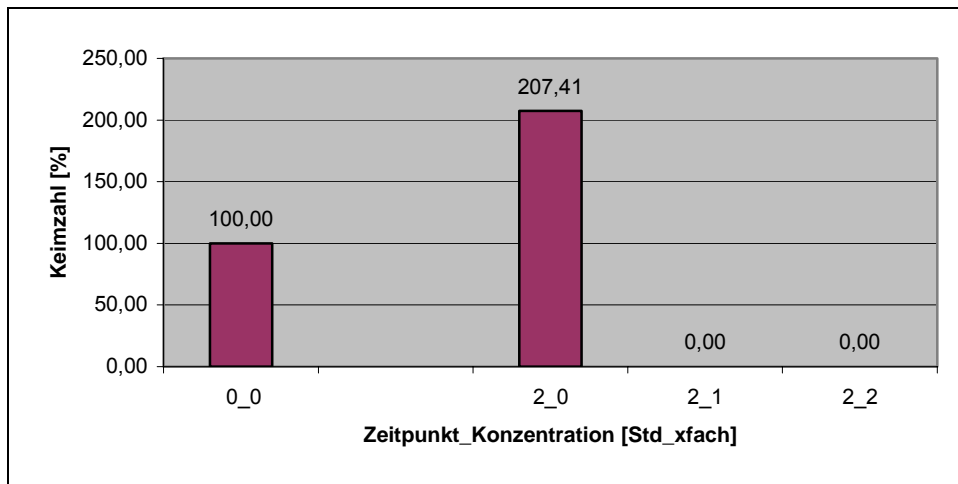


Abb. 237: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

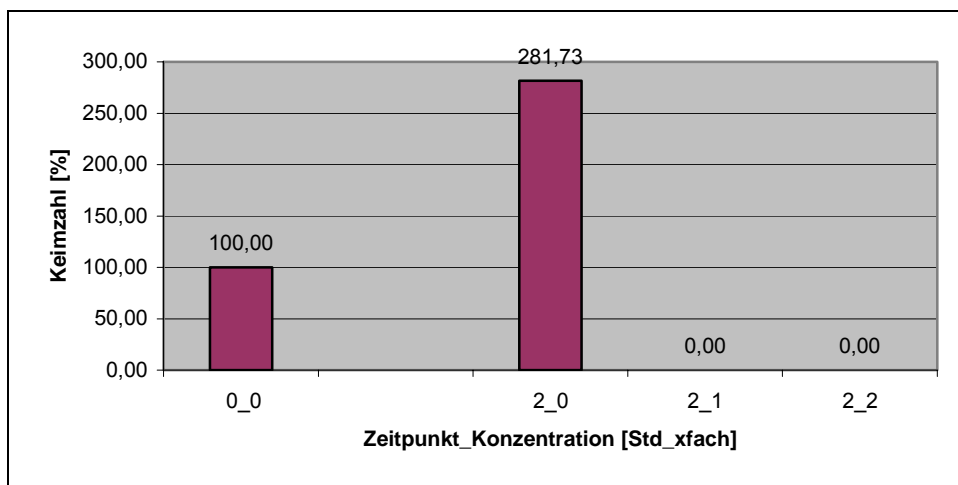


Abb. 238: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

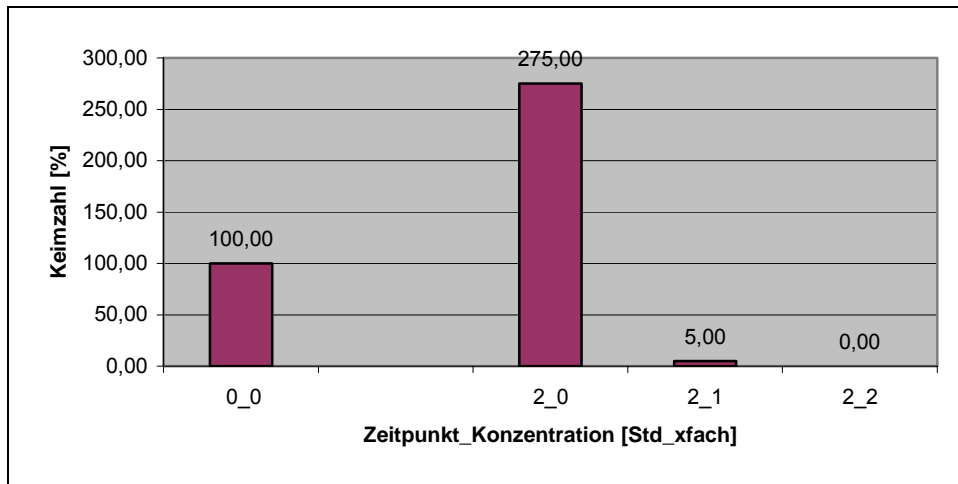


Abb. 239: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

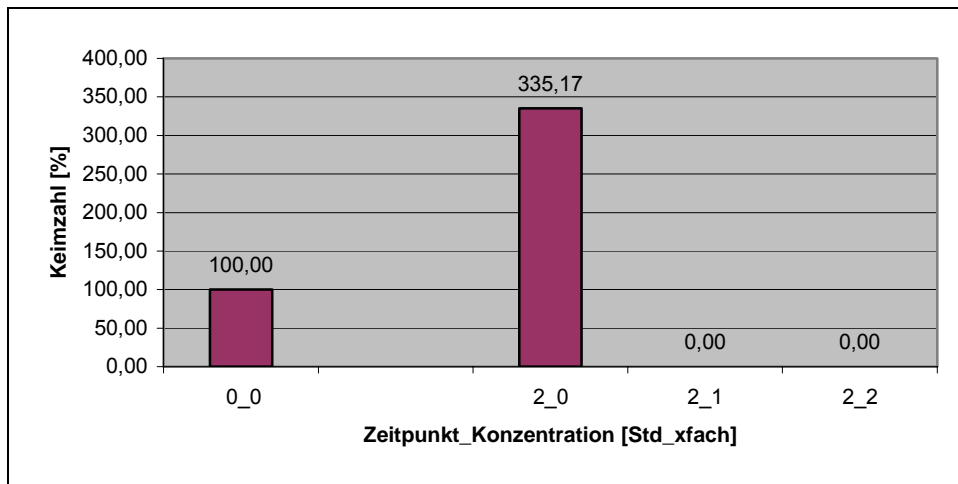


Abb. 240: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

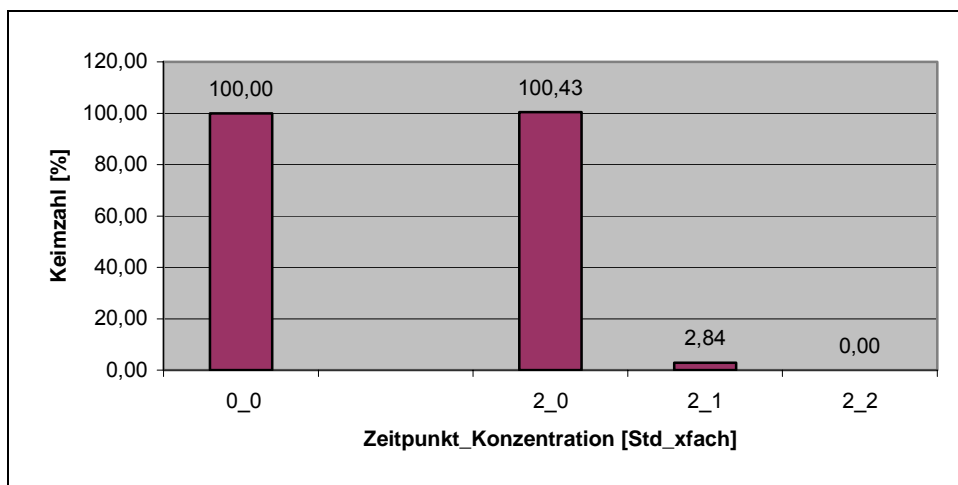


Abb. 241: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

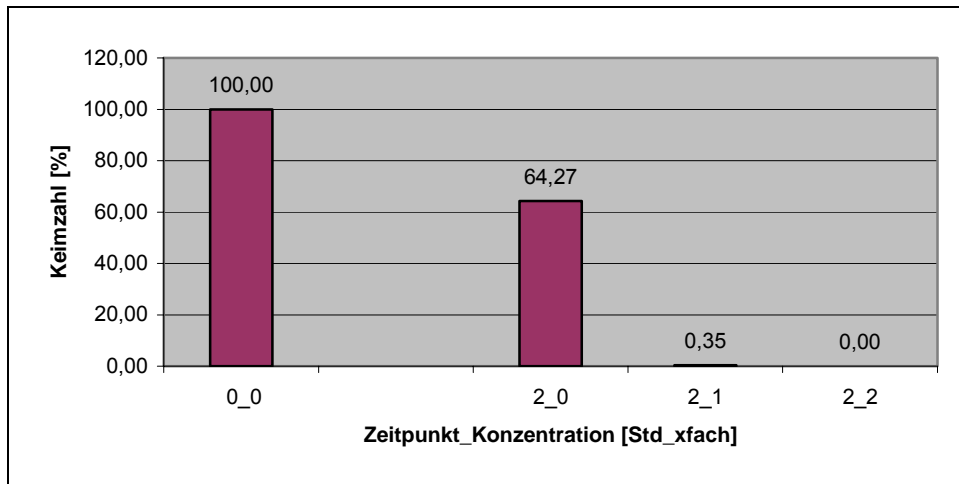


Abb. 242: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

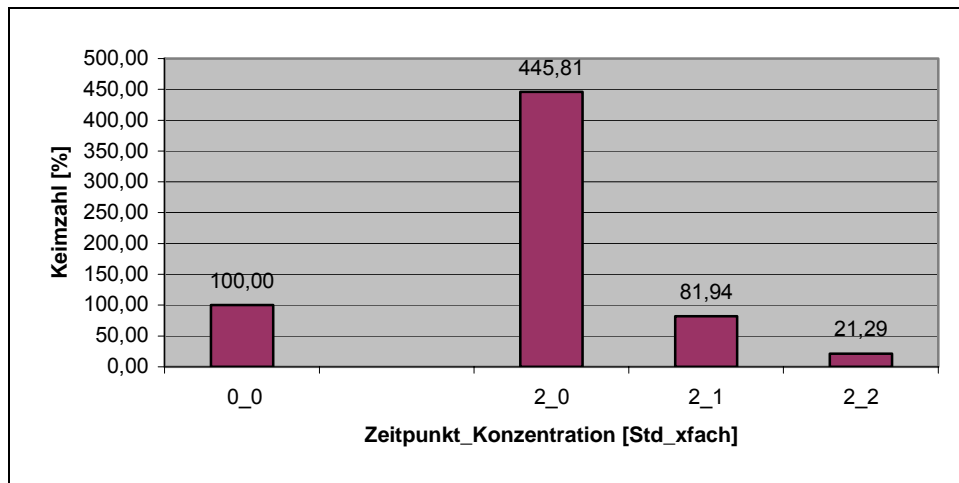


Abb. 243: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Signal**

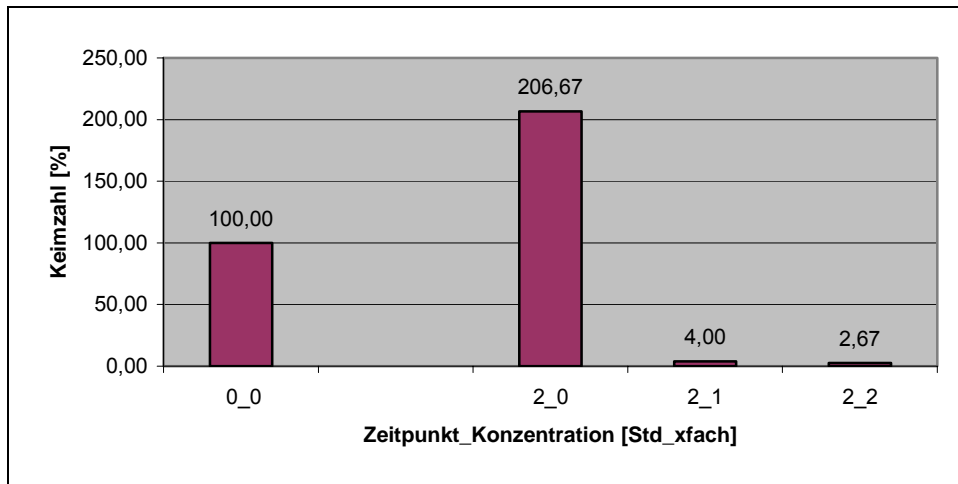


Abb. 244: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

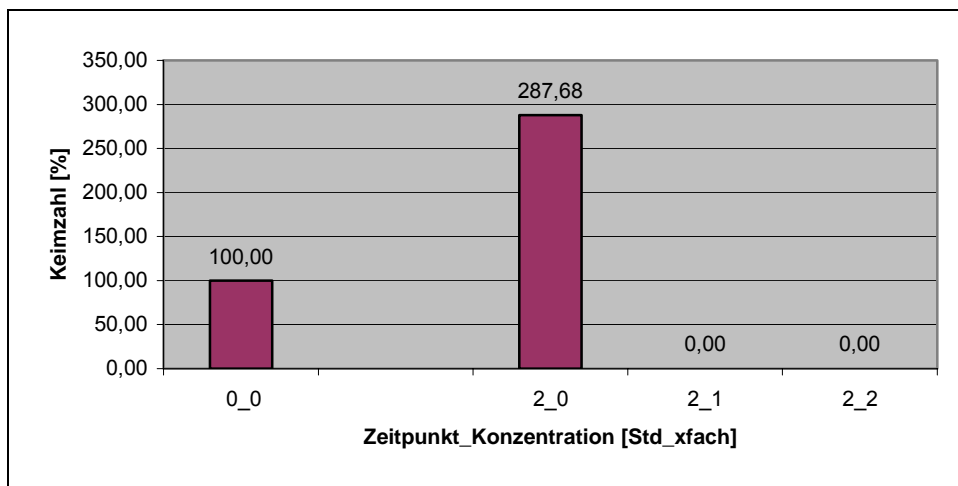


Abb. 245: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

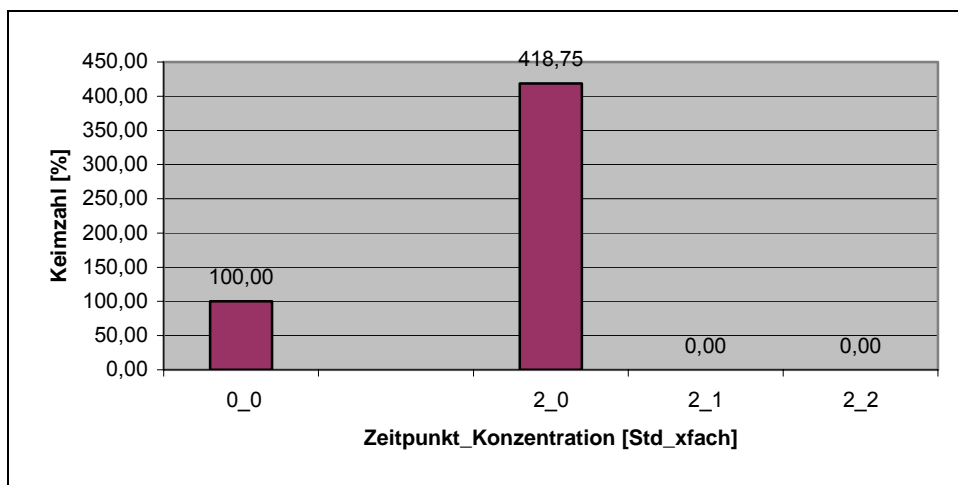


Abb. 246: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**



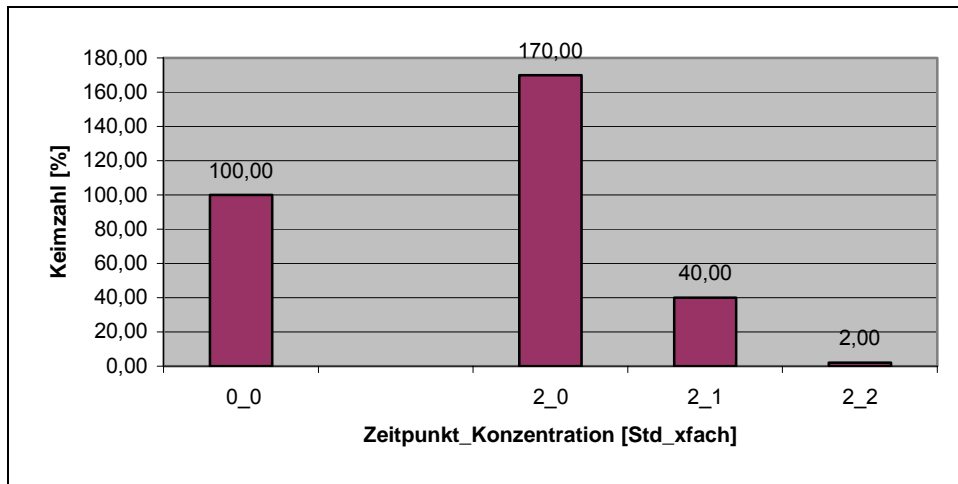


Abb. 247: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

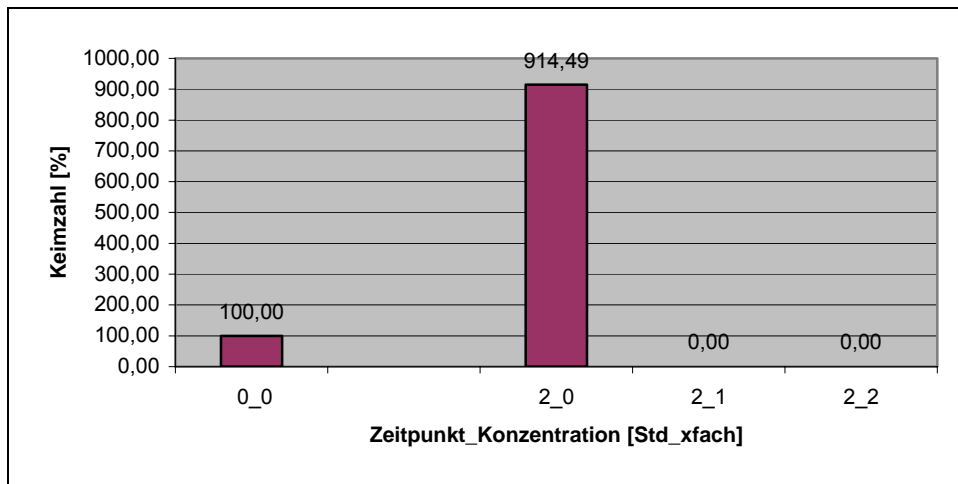


Abb. 248: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

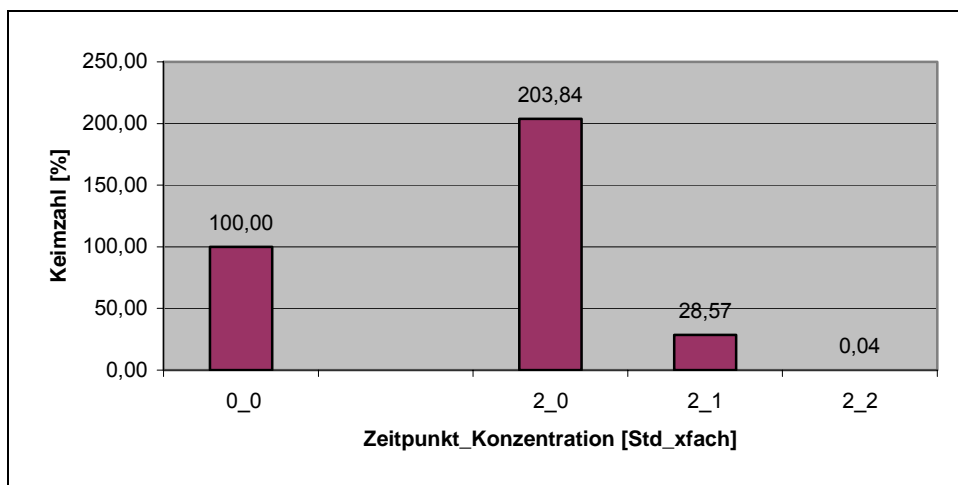


Abb. 249: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

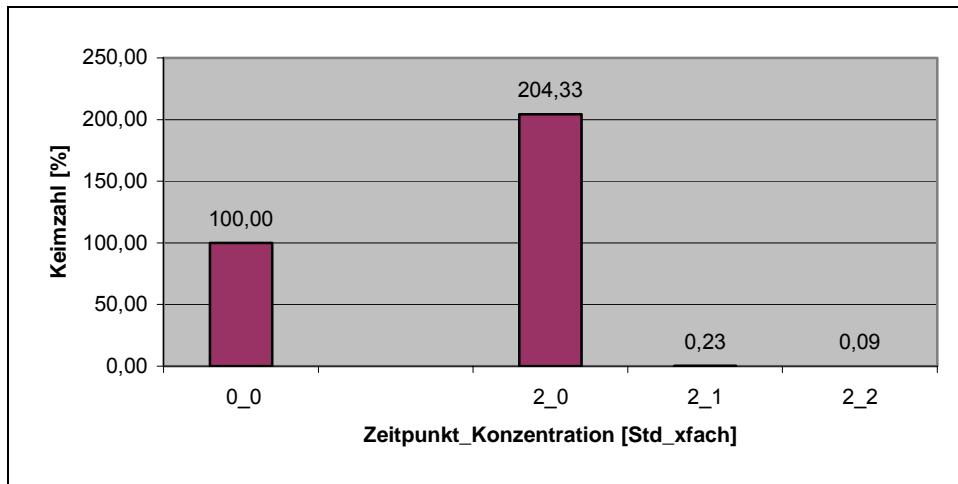


Abb. 250: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

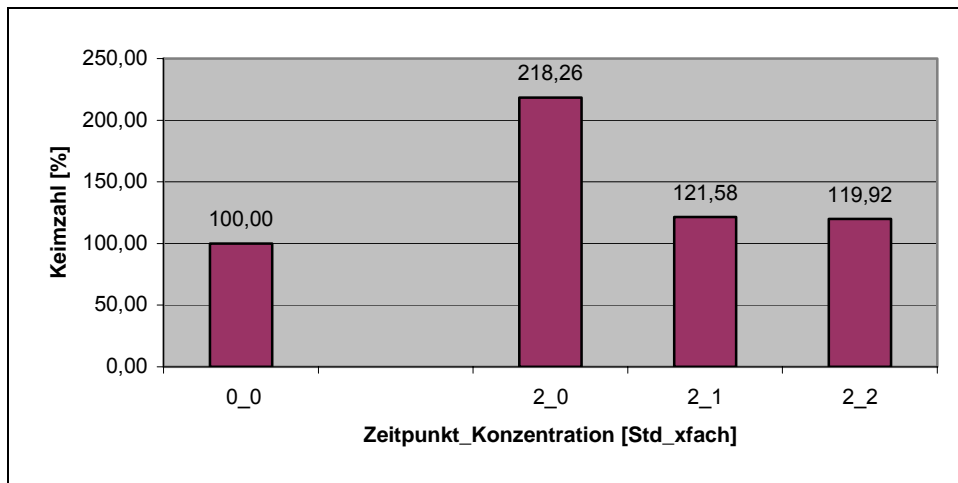


Abb. 251: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Perlweiß**

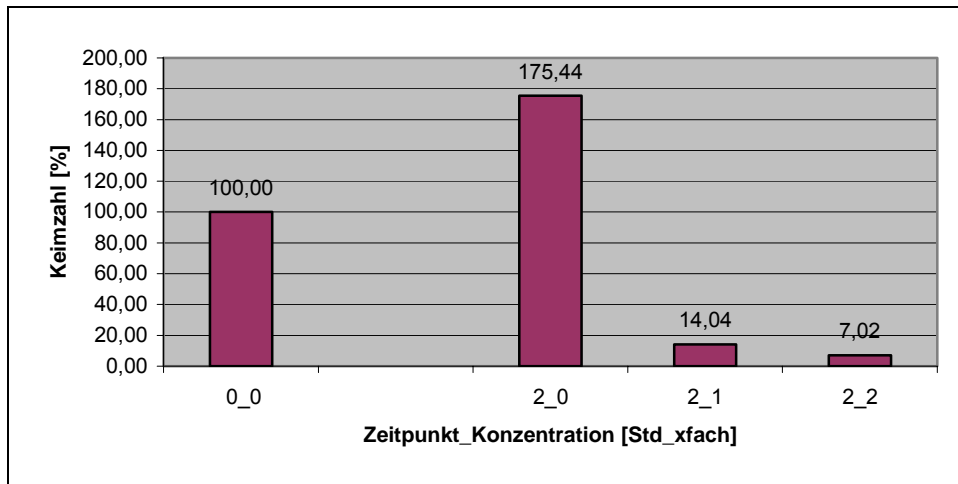


Abb. 252: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

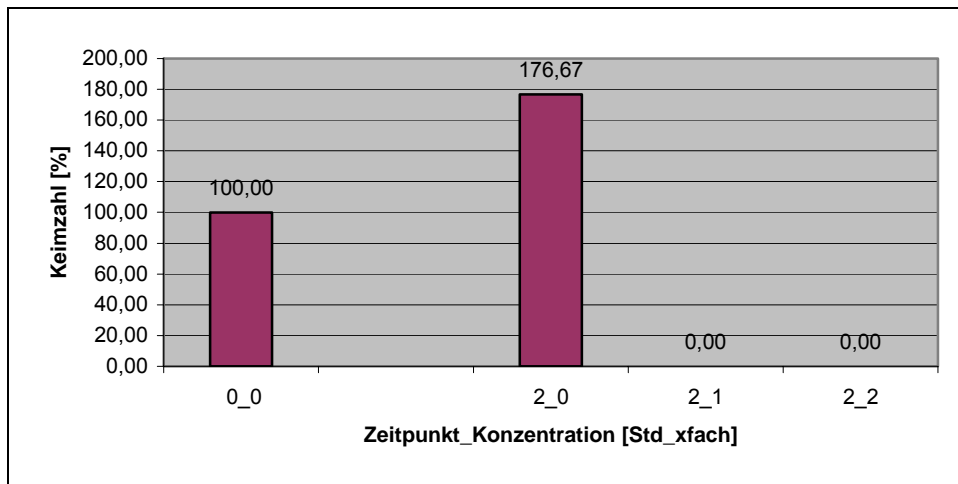


Abb. 253: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

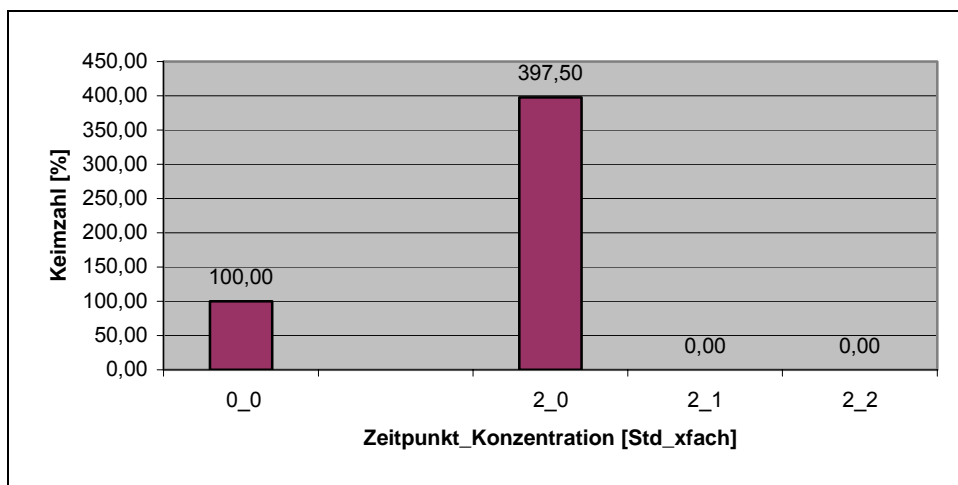


Abb. 254: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

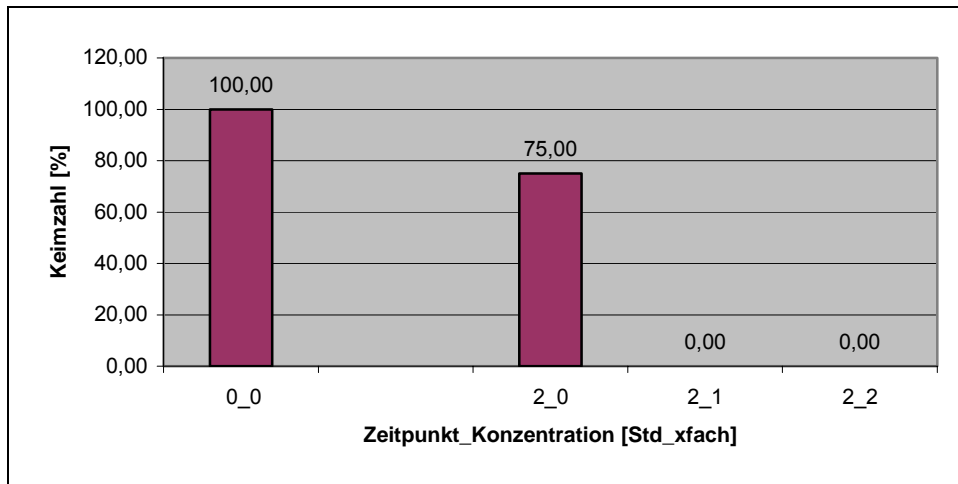


Abb. 255: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

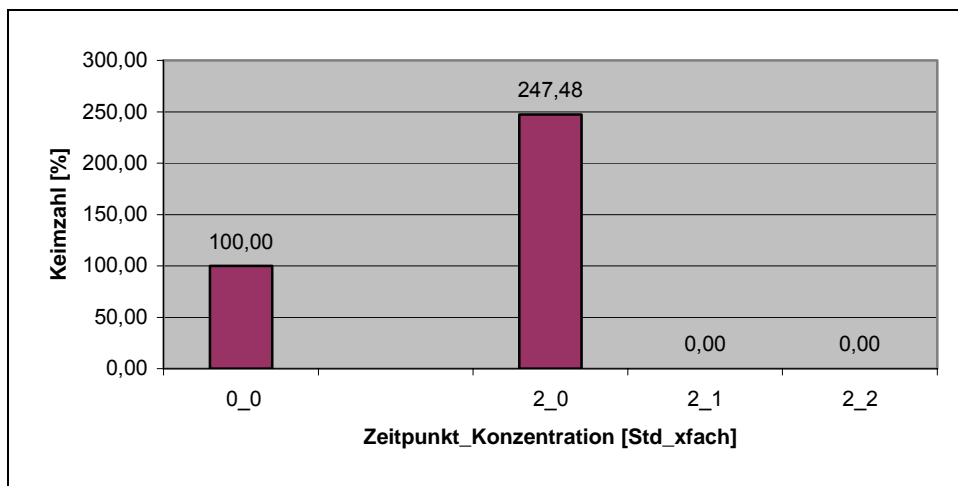


Abb. 256: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

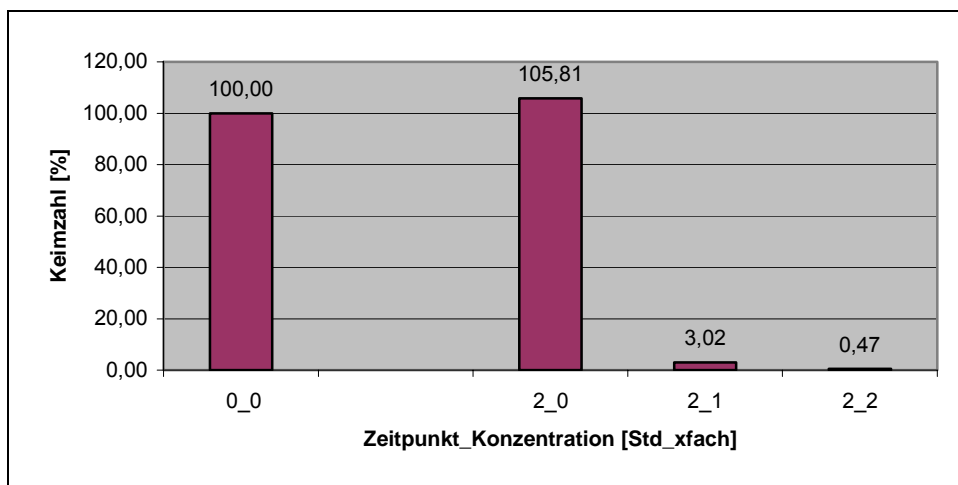


Abb. 257: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

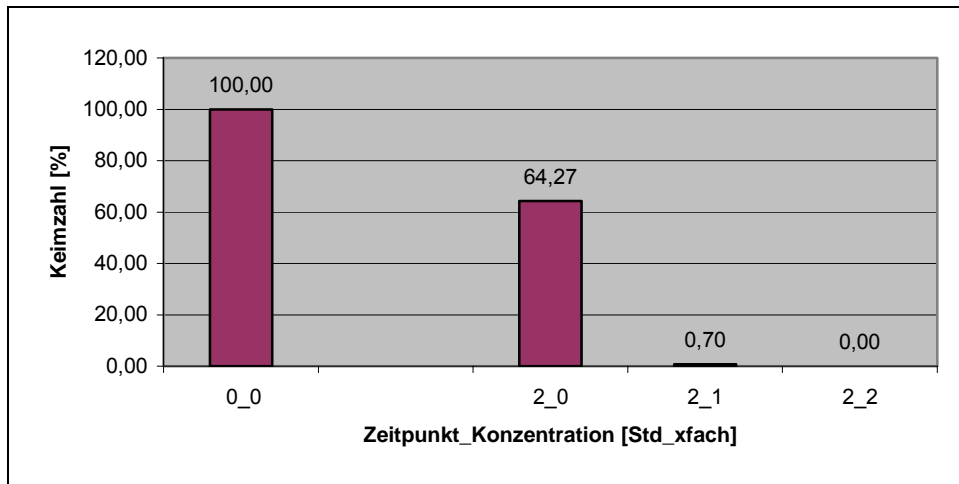


Abb. 259: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

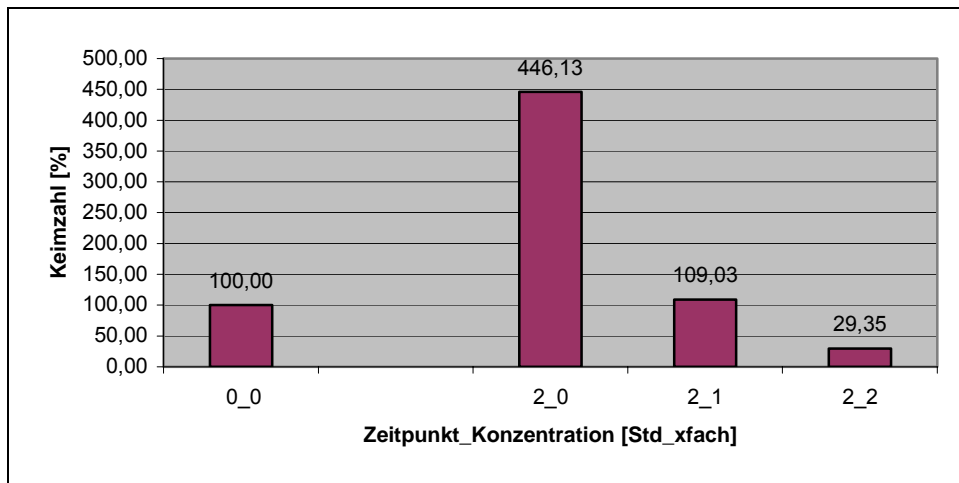


Abb. 260: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendamed**

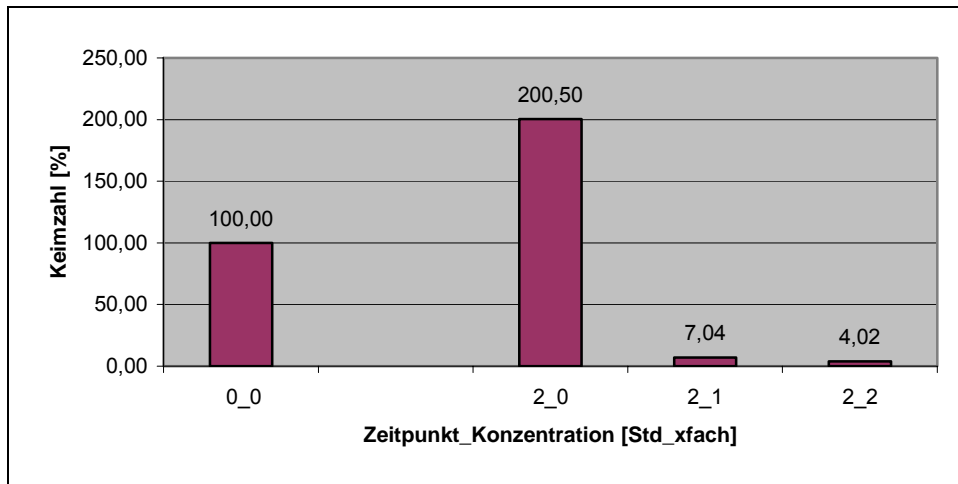


Abb. 261: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiß**

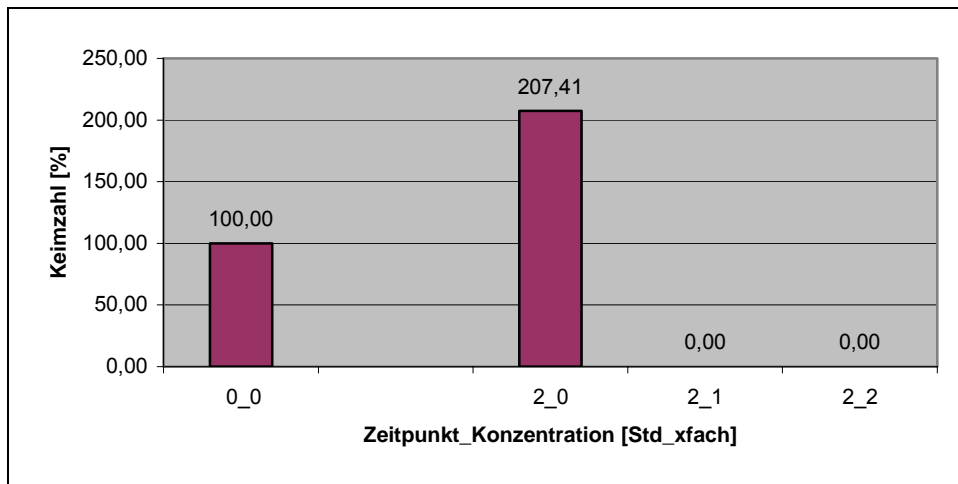


Abb. 262: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiß**

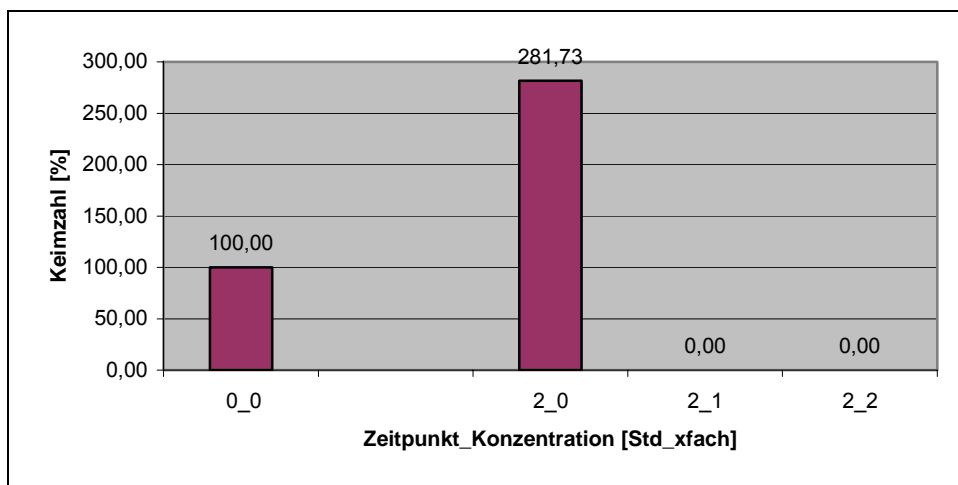


Abb. 263: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiß**

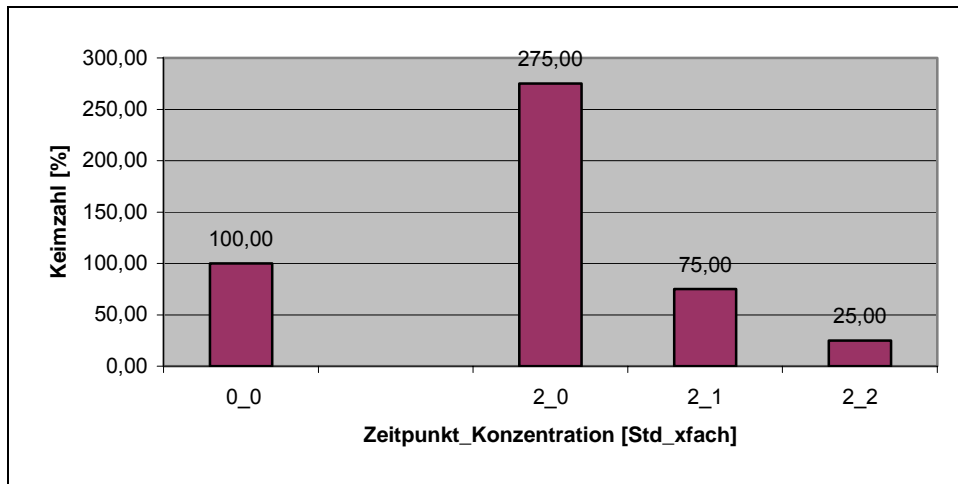


Abb. 264: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiss**

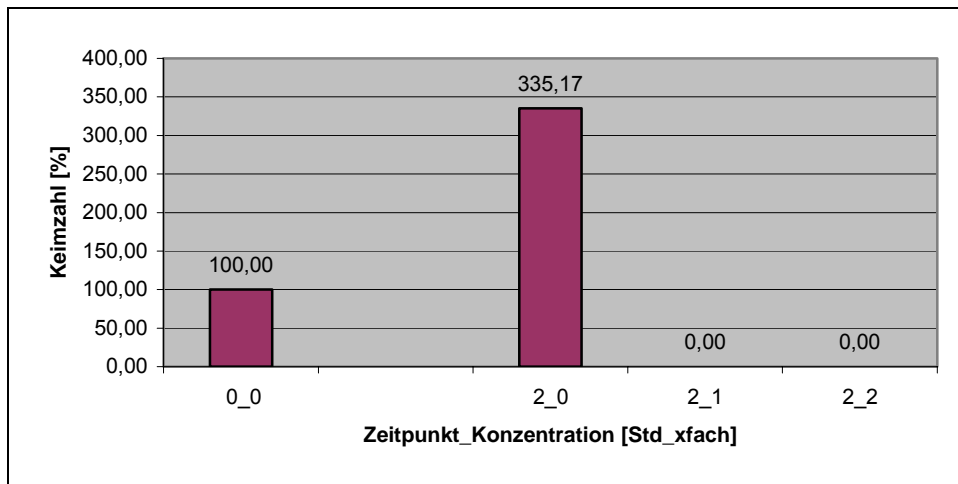


Abb. 265: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiss**

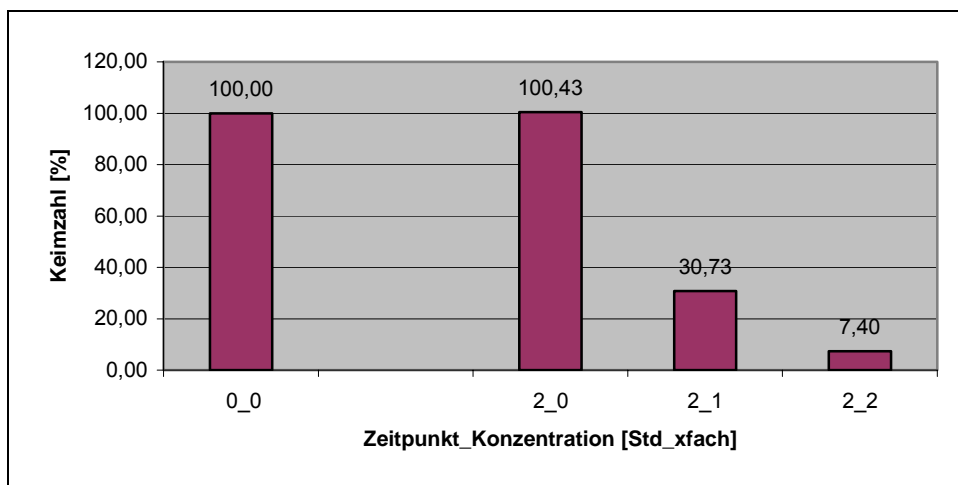


Abb. 266: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiss**

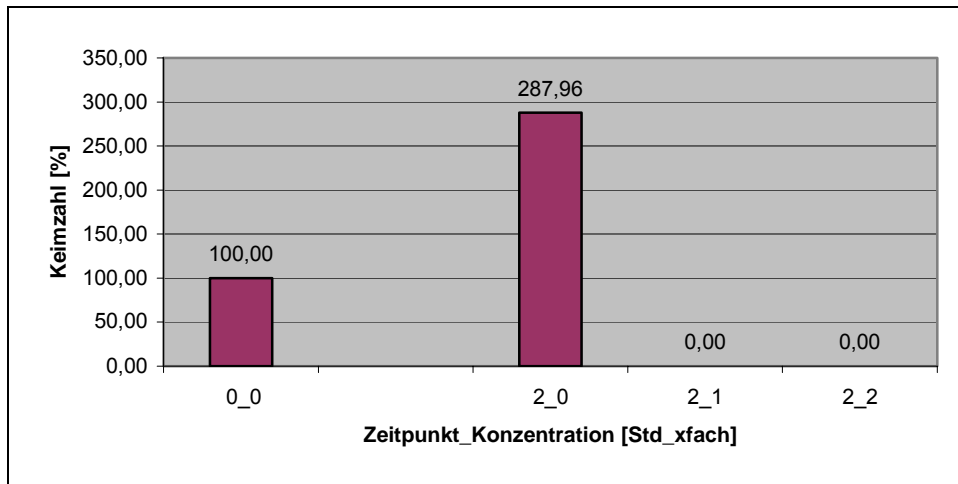


Abb. 267: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiß**

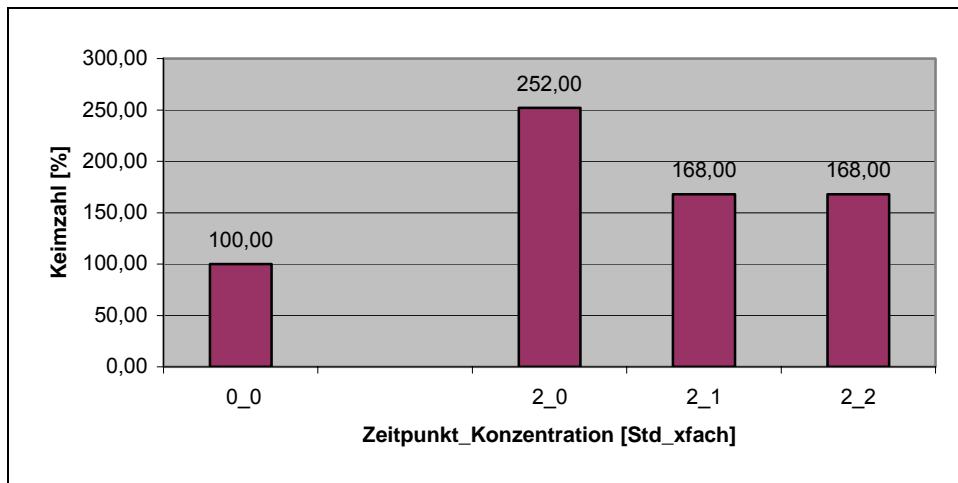


Abb. 268: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Rotweiß**



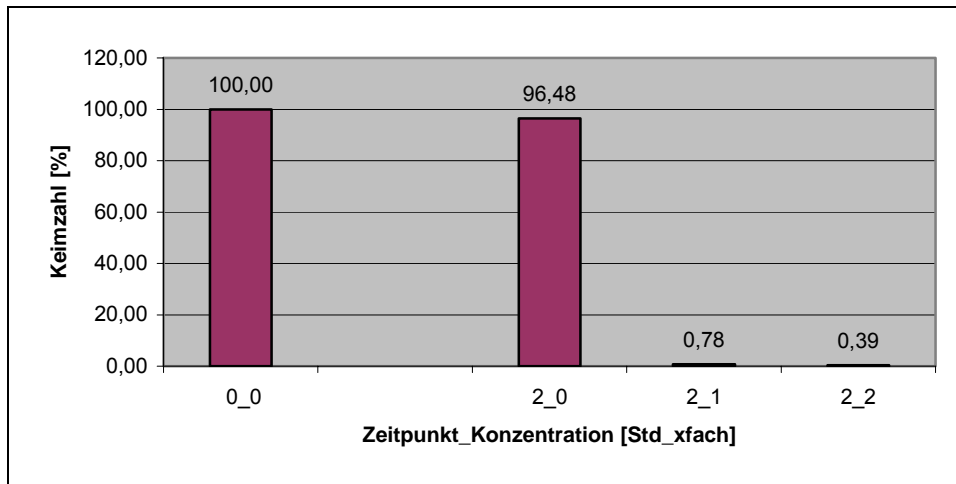


Abb. 269: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

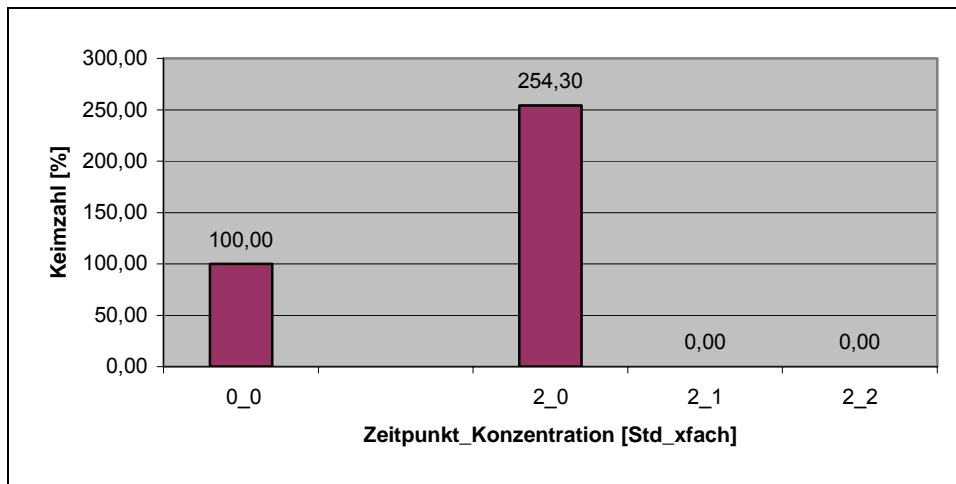


Abb. 270: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

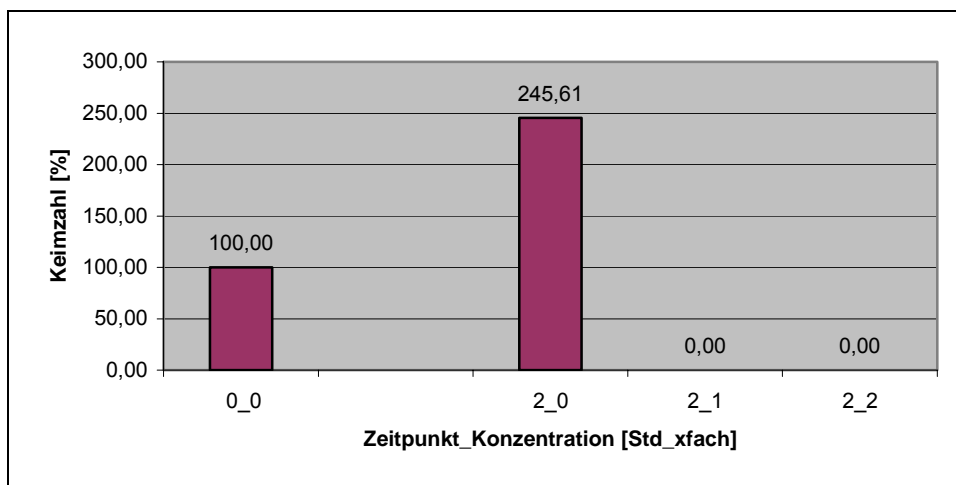


Abb. 271: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

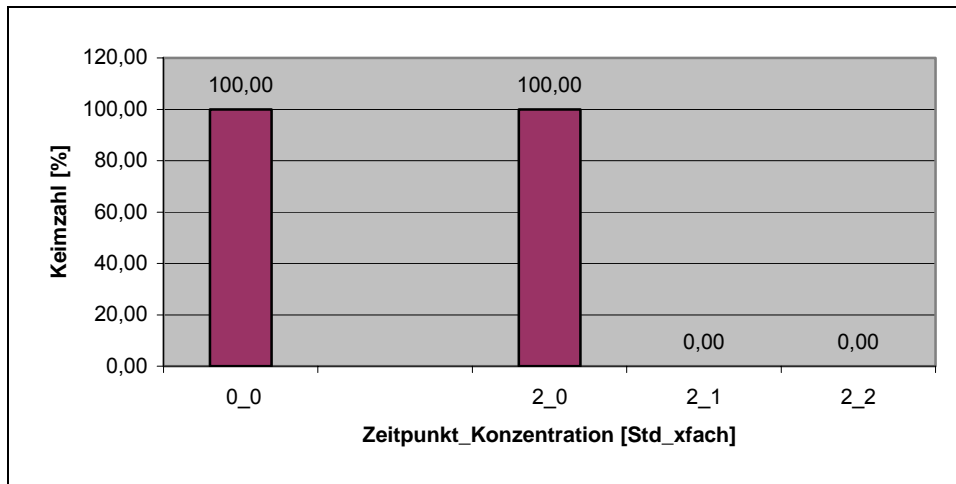


Abb. 272: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

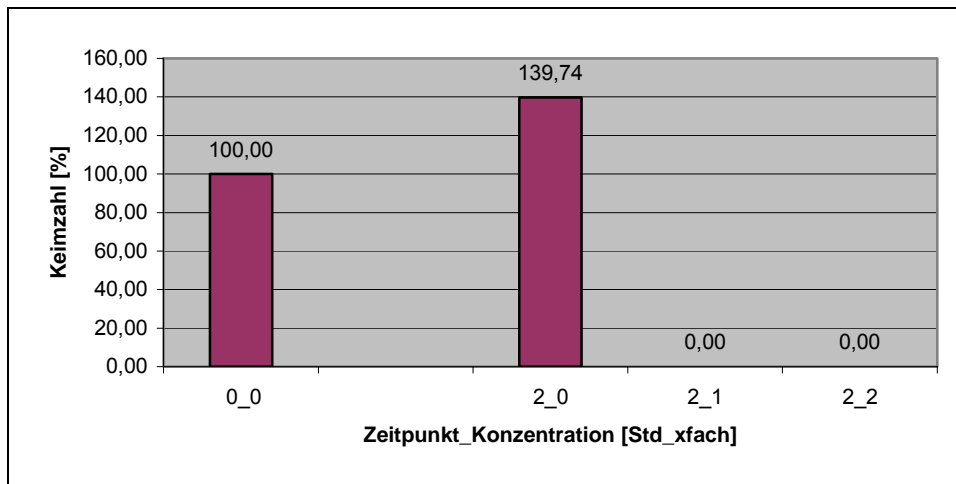


Abb. 273: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

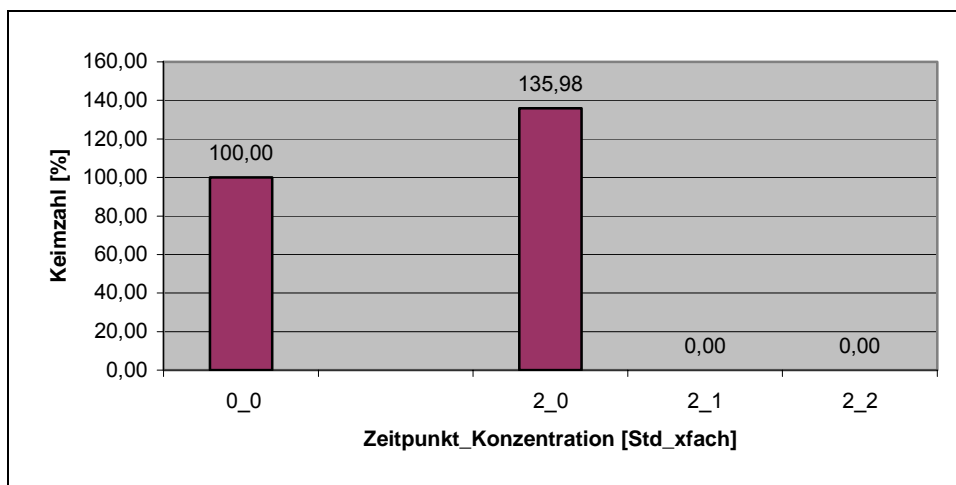


Abb. 274: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

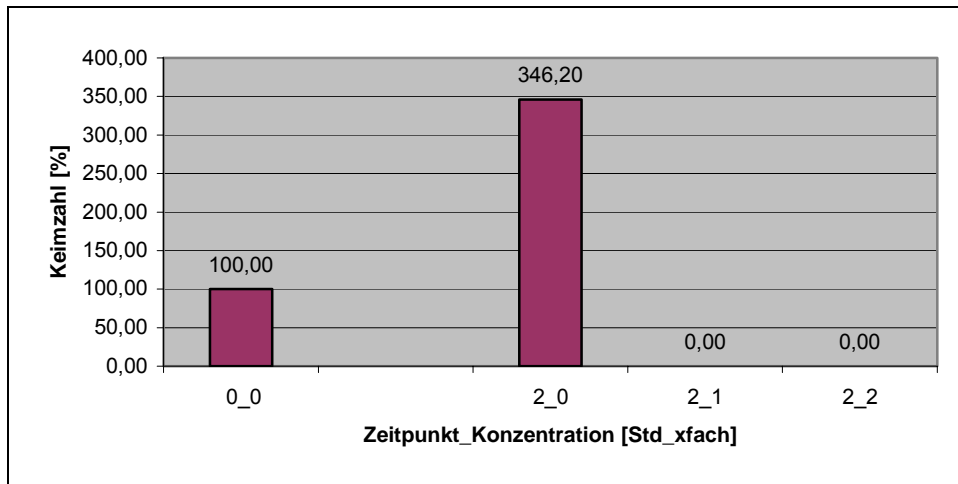


Abb. 275: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

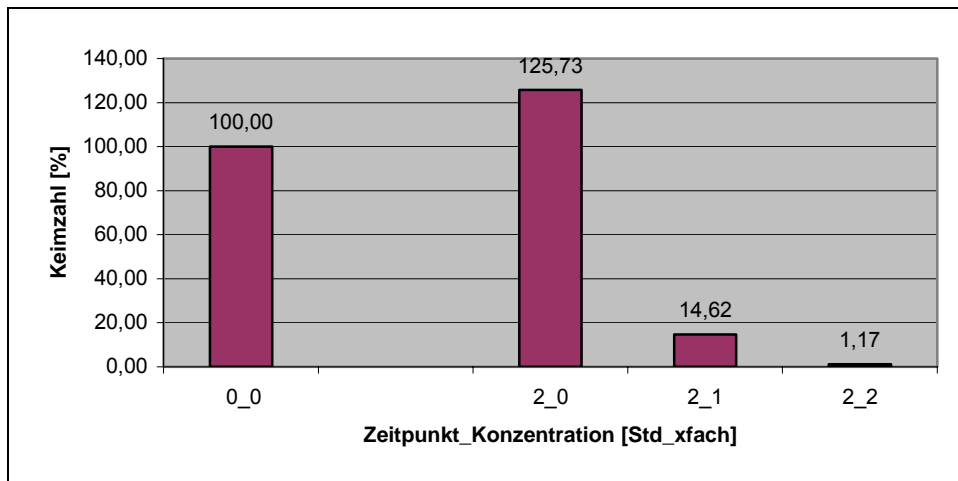


Abb. 276: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Blendax**

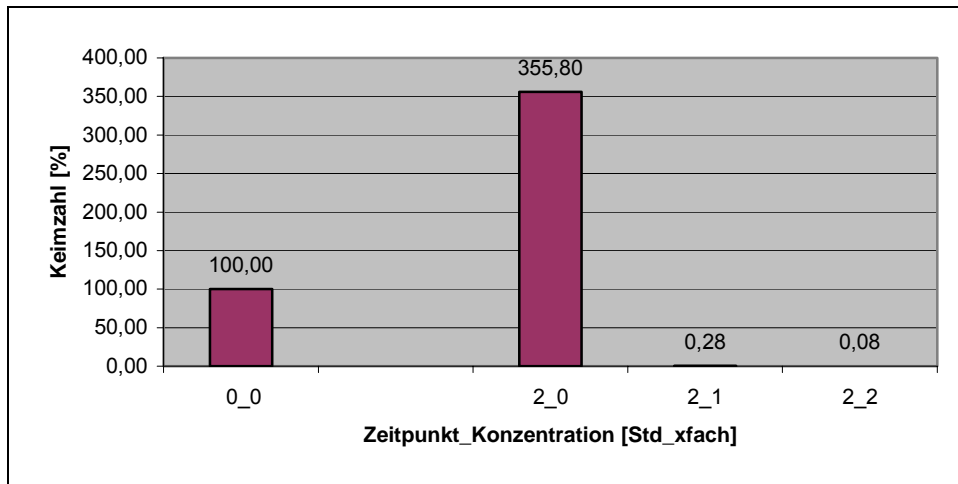


Abb. 277: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

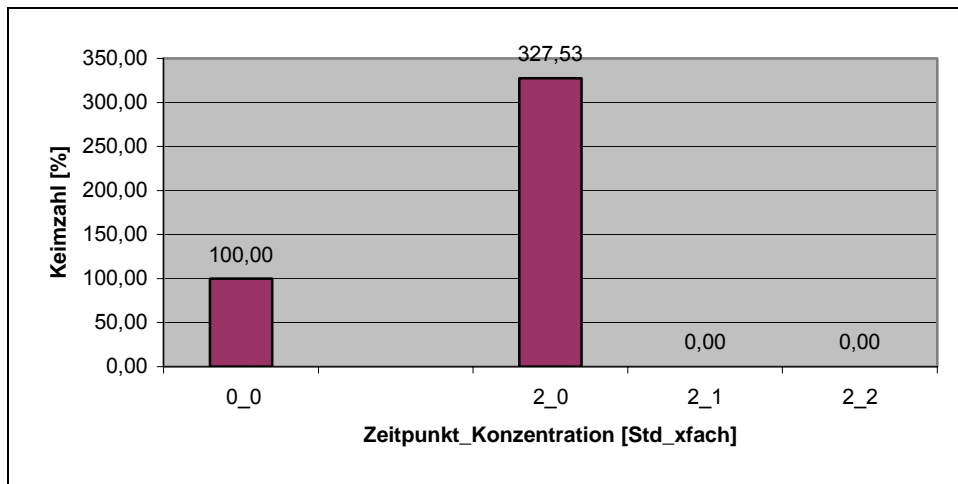


Abb. 278: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

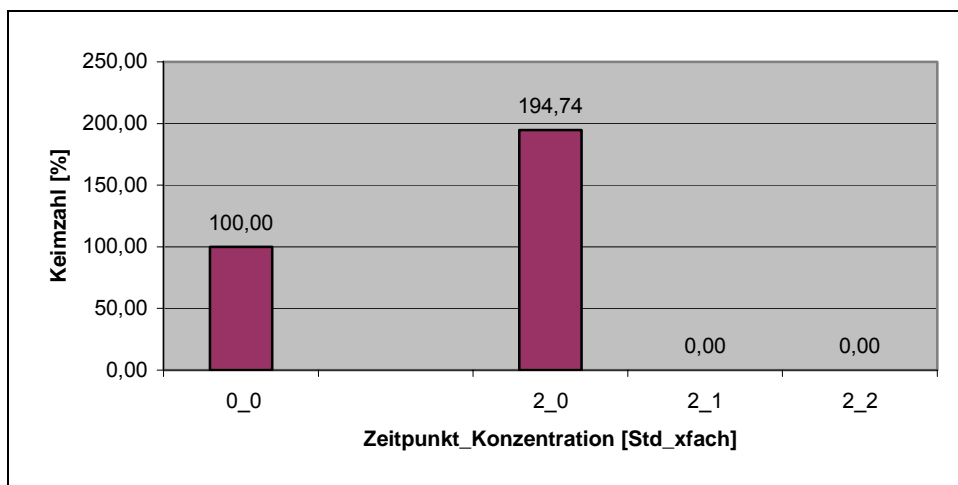


Abb. 279: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

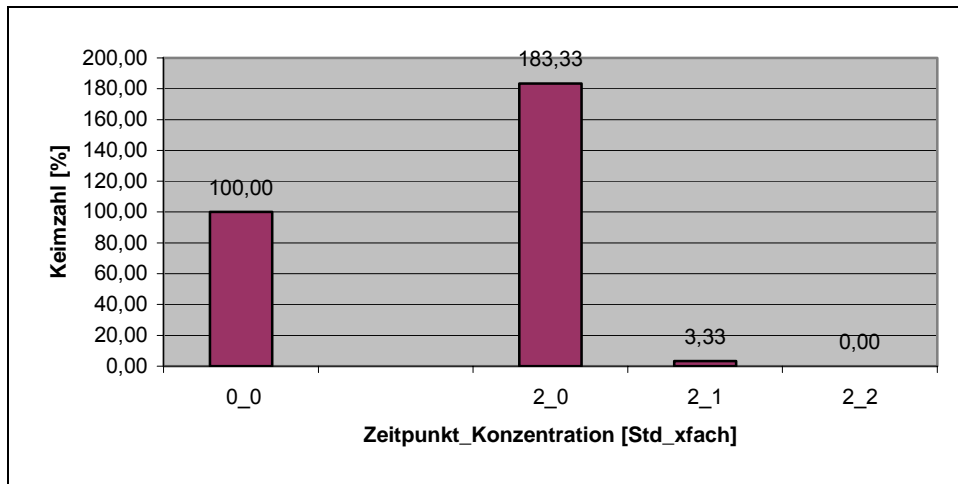


Abb. 280: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

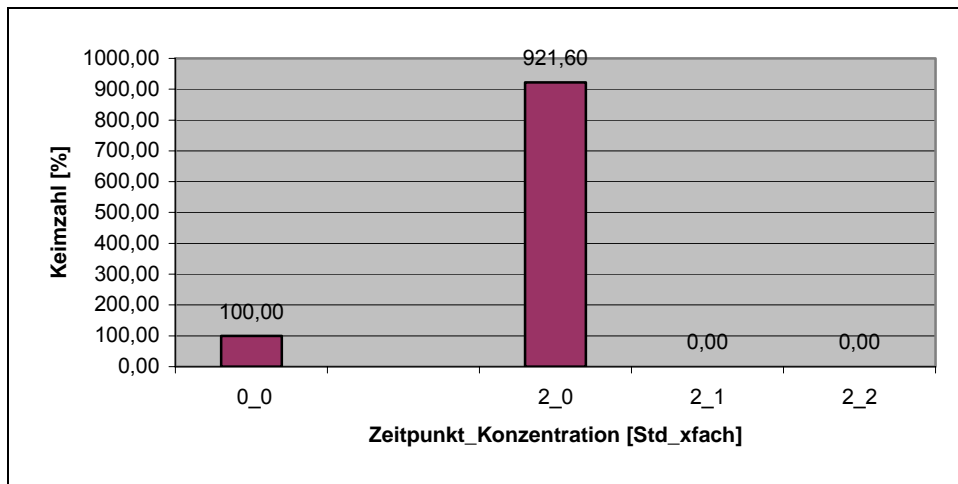


Abb. 281: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

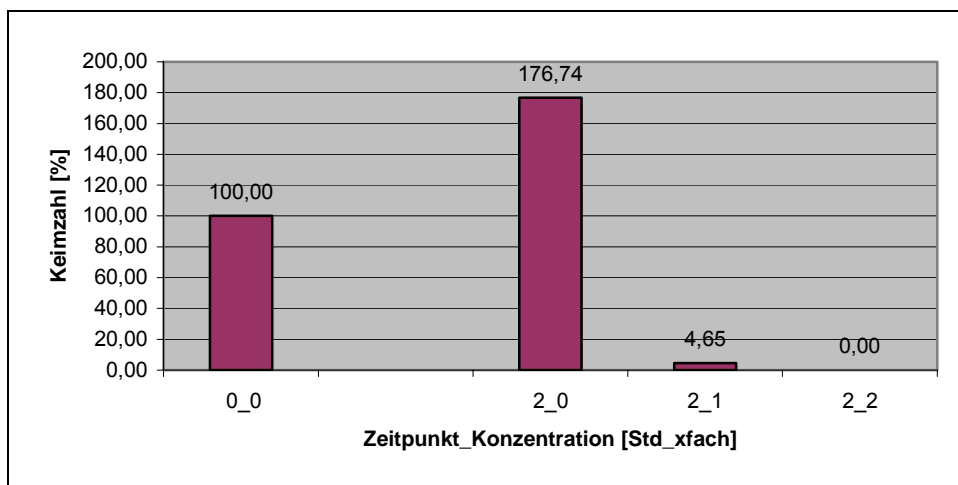


Abb. 282: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

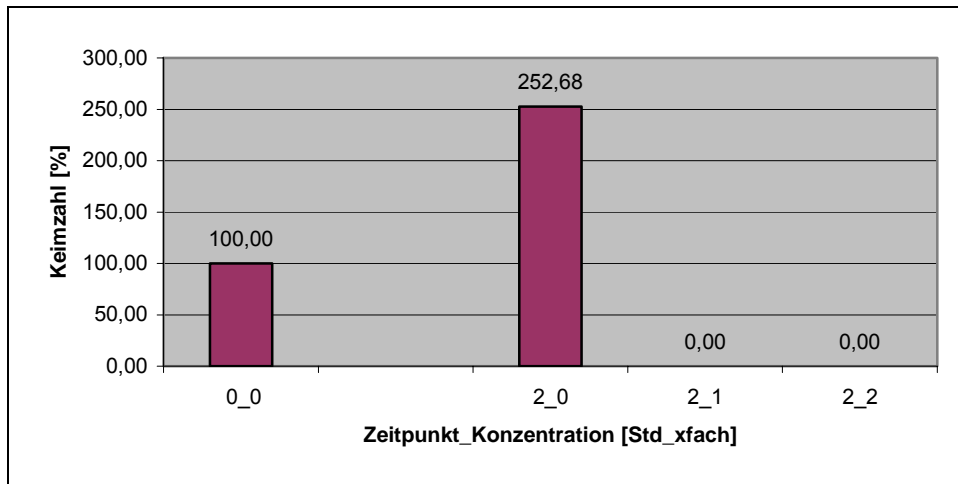


Abb. 283: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

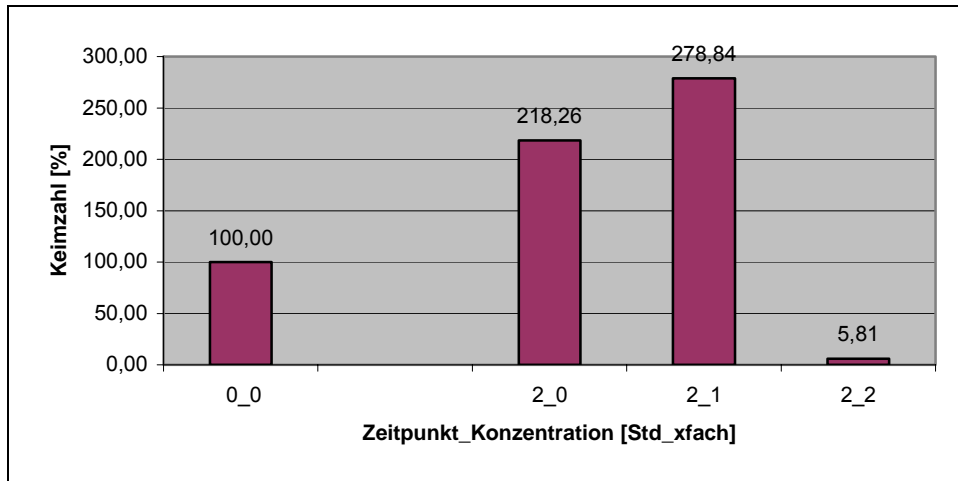


Abb. 284: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Ajona**

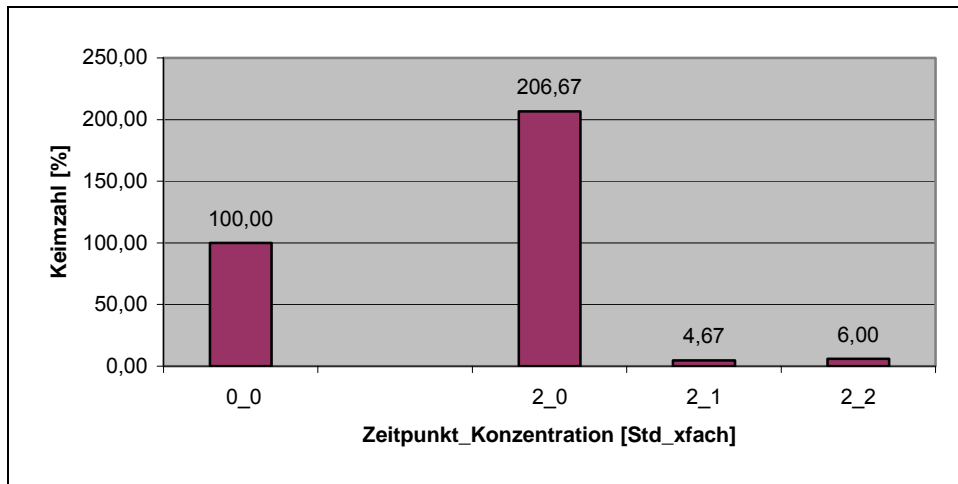


Abb. 285: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

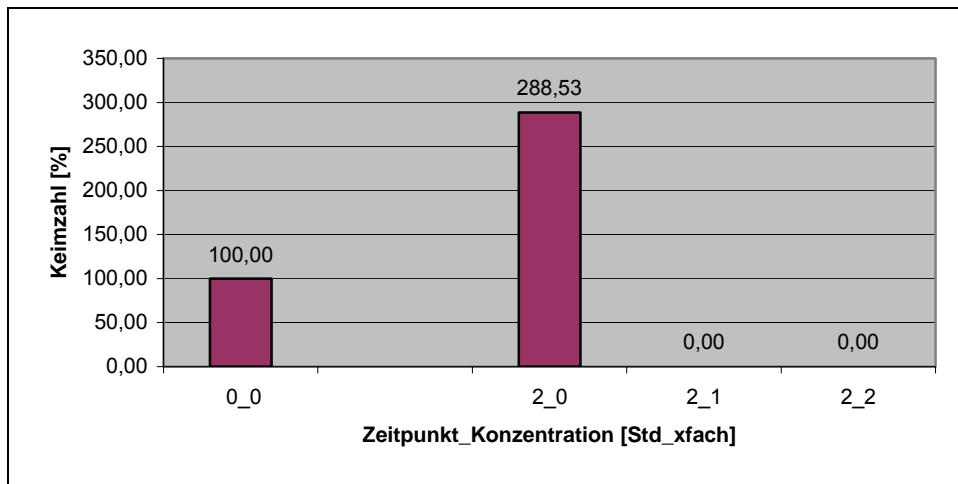


Abb. 286: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

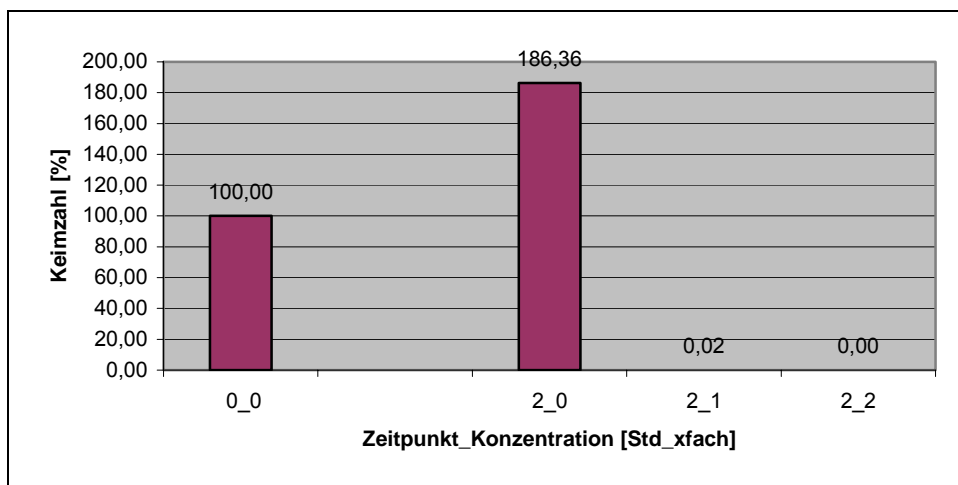


Abb. 287: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

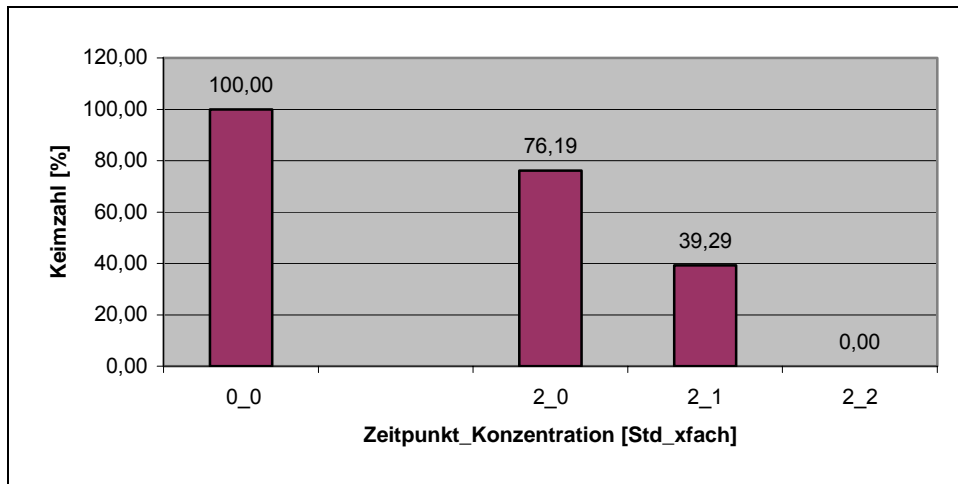


Abb. 288: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

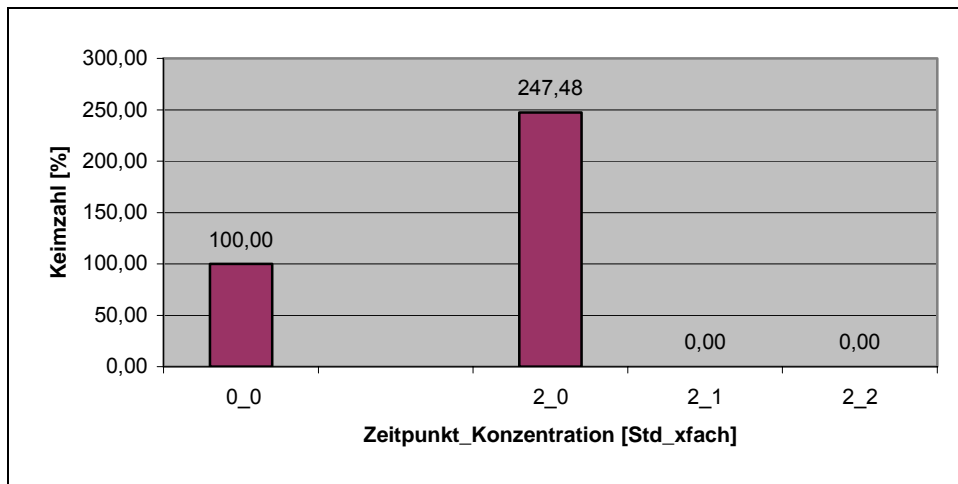


Abb. 289: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

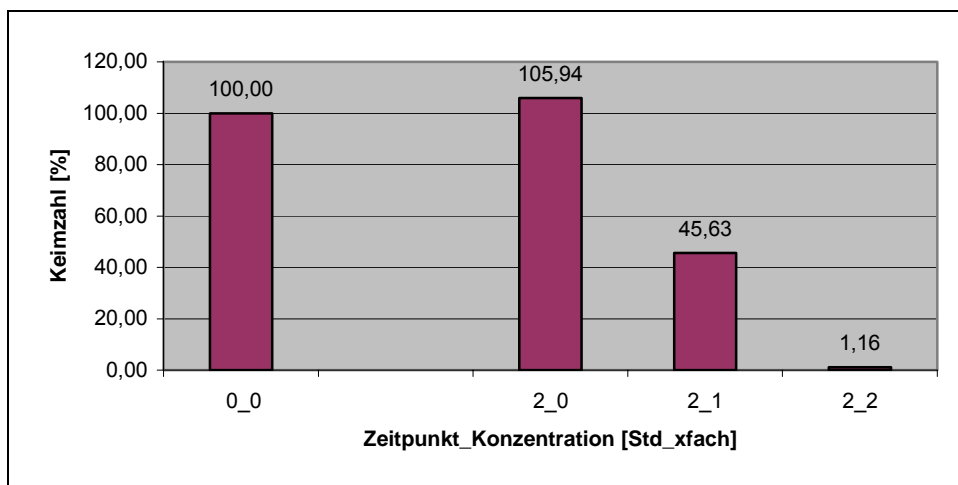


Abb. 290: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**



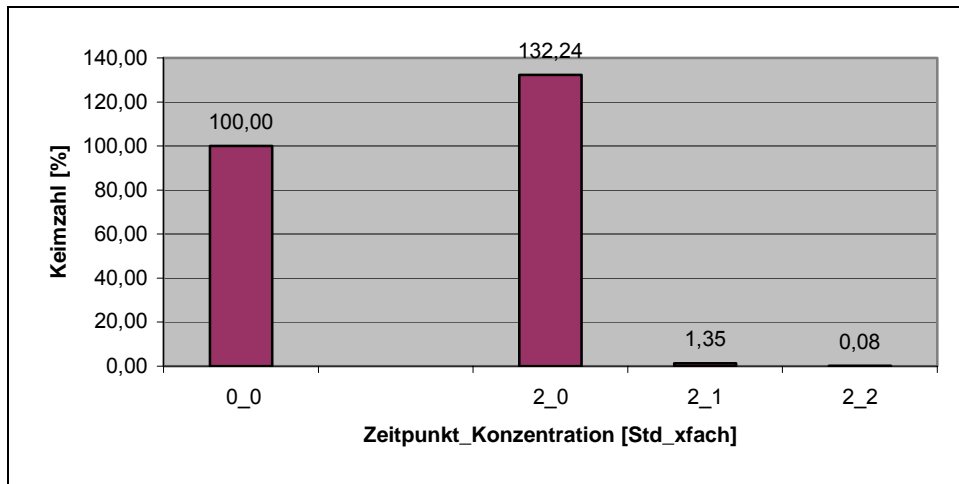


Abb. 291: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

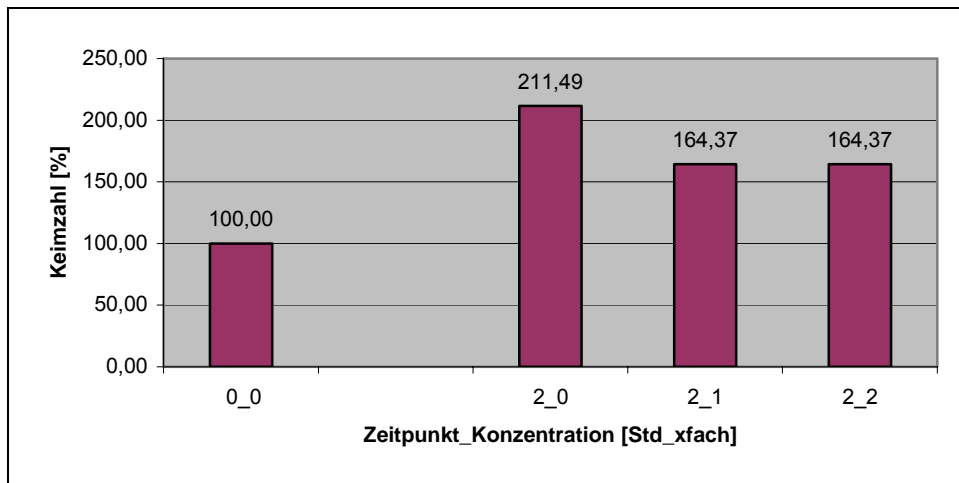


Abb. 292: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Friscodent**

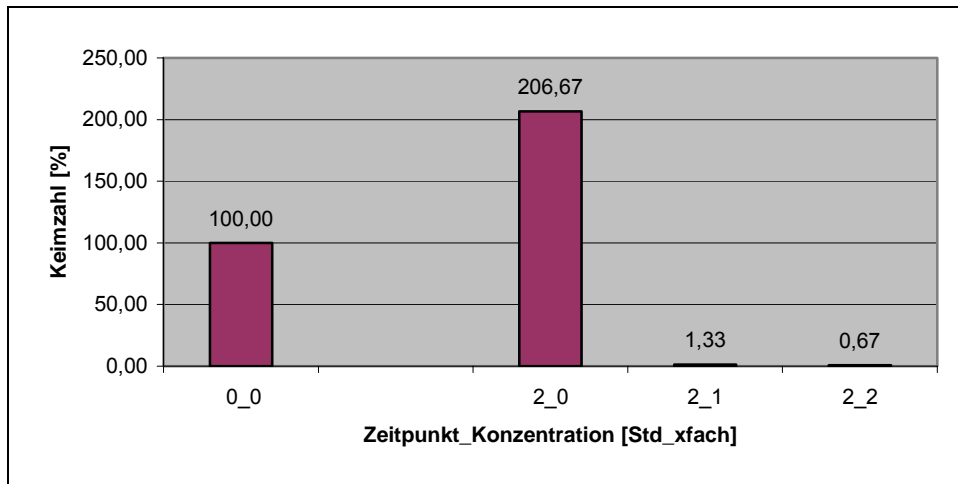


Abb. 293: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

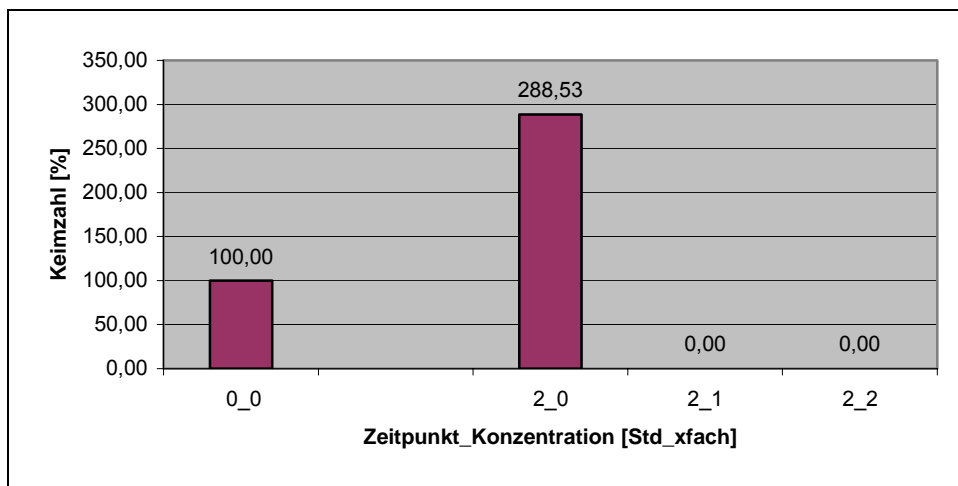


Abb. 294: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

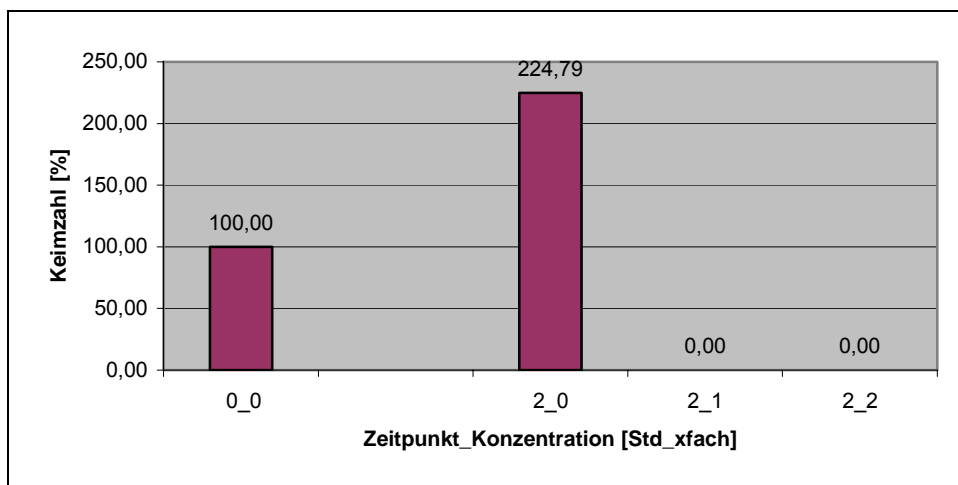


Abb. 295: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

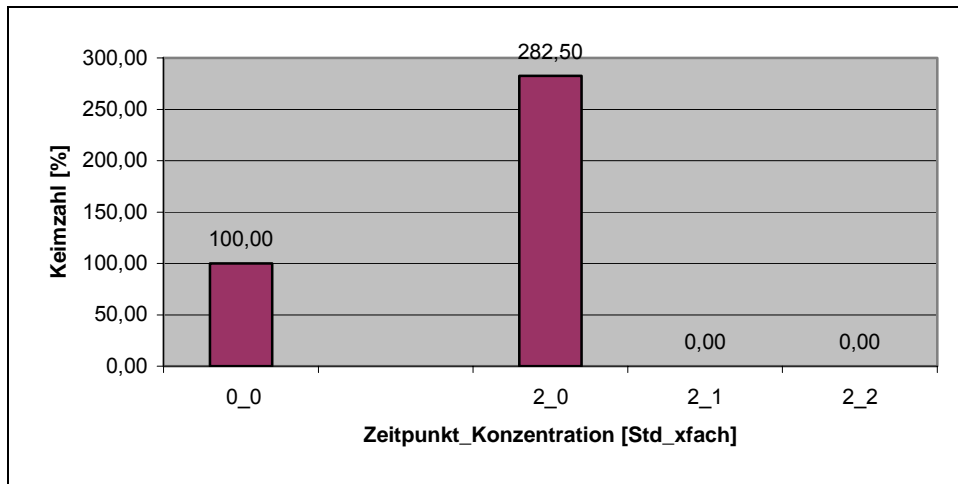


Abb. 296: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

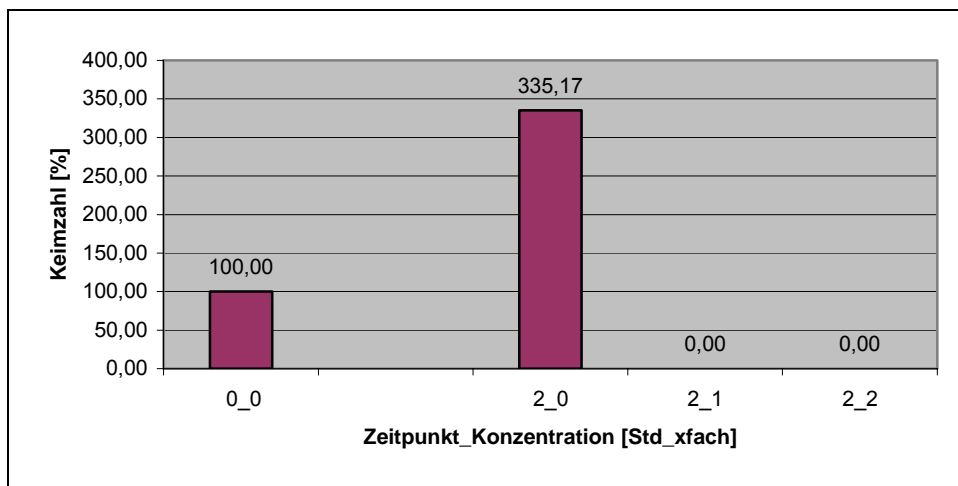


Abb. 297: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

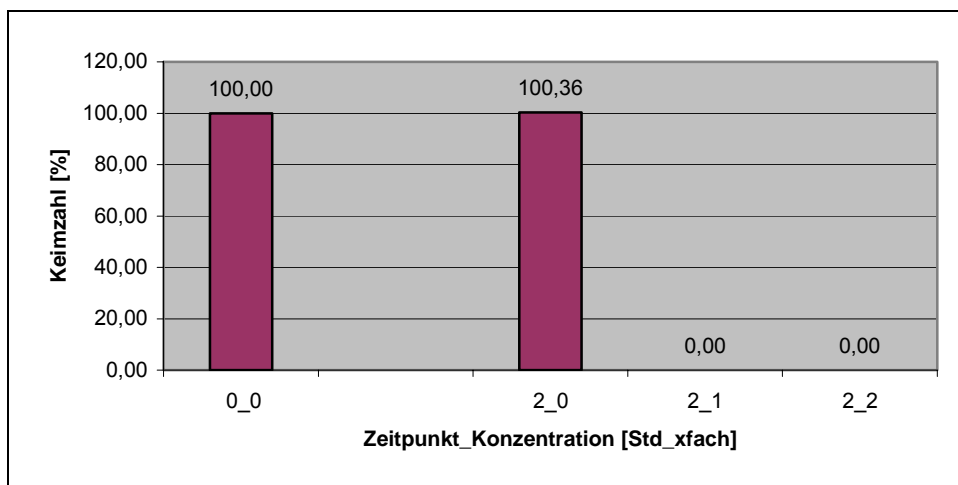


Abb. 298: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

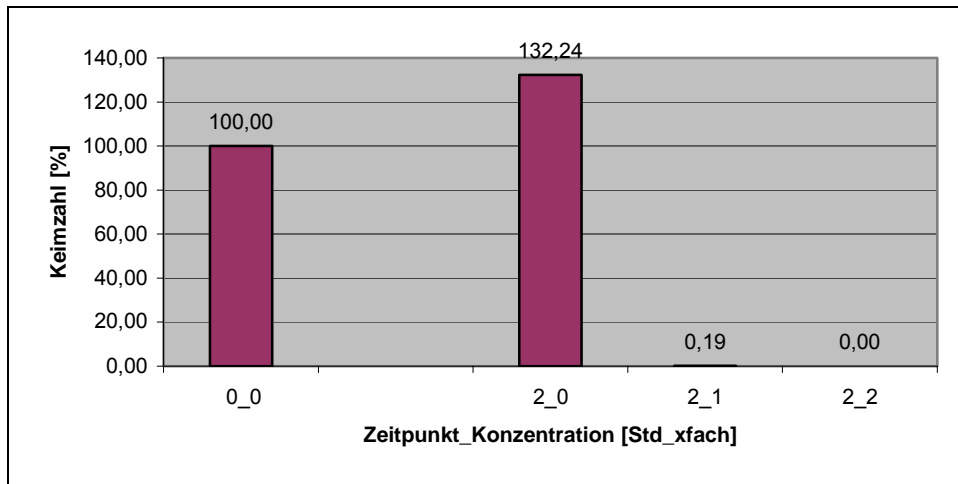


Abb. 299: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

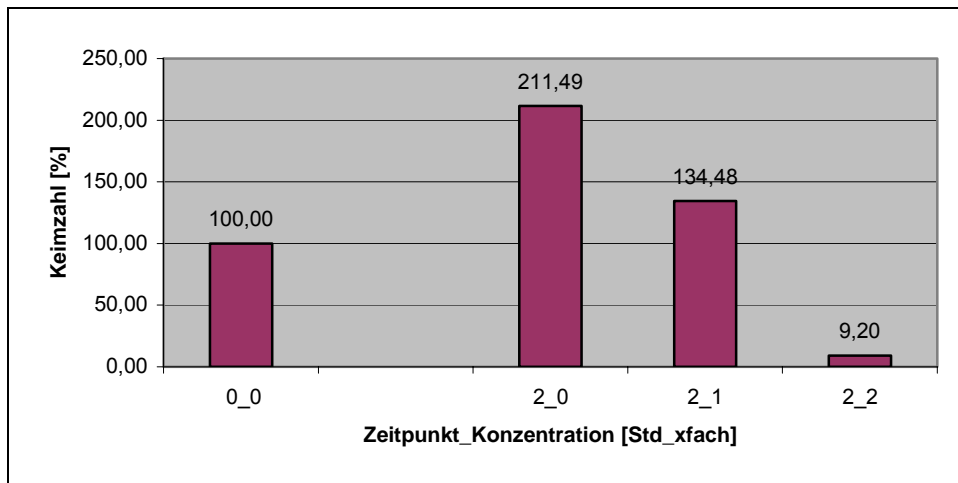


Abb. 300: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Mentadent**

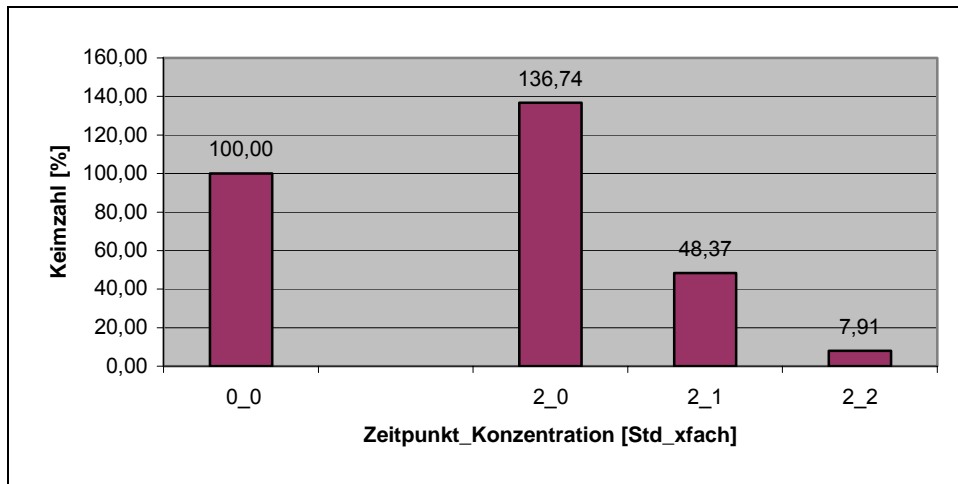


Abb. 301: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

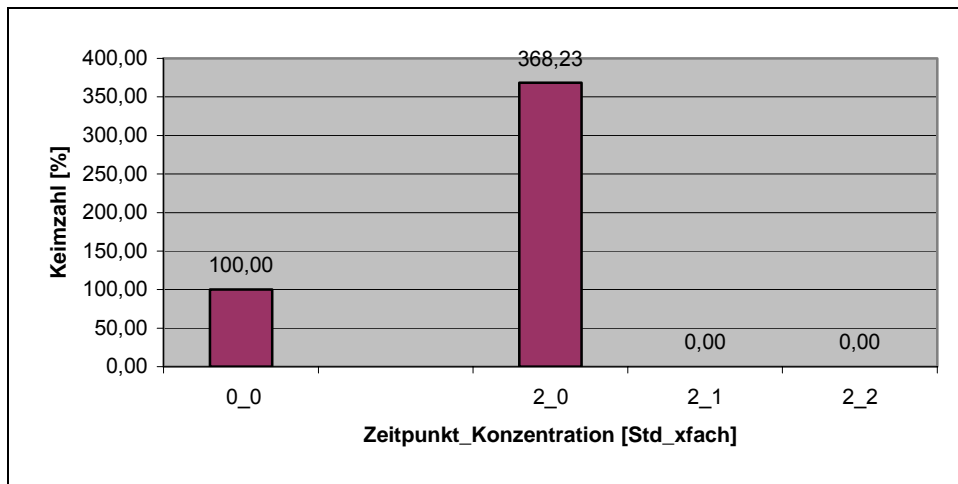


Abb. 302: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

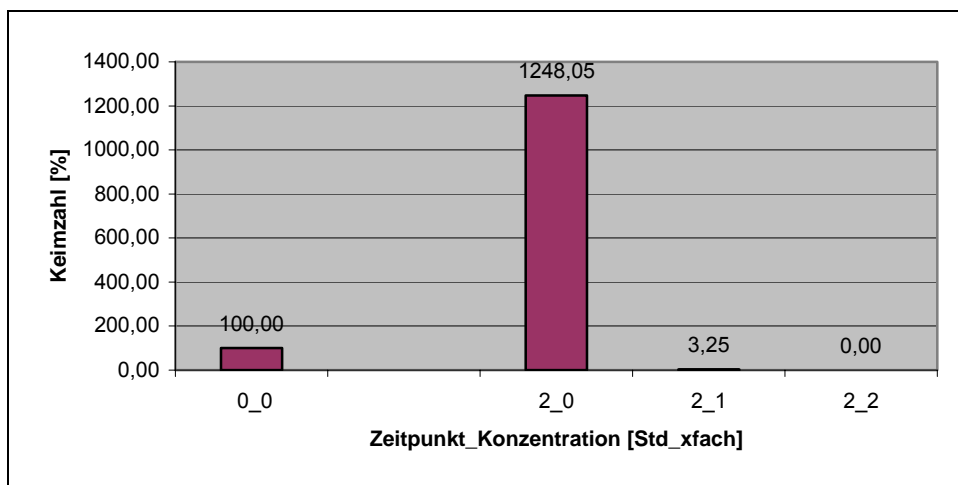


Abb. 303: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

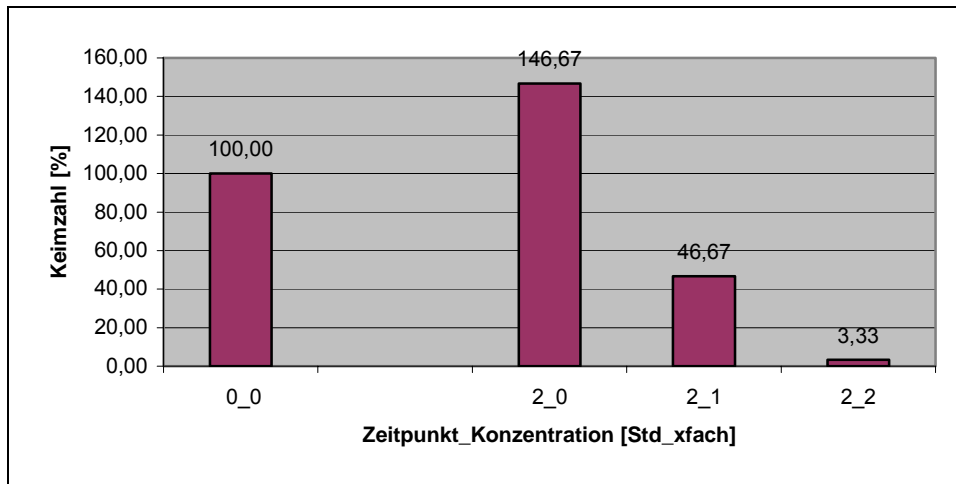


Abb. 304: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

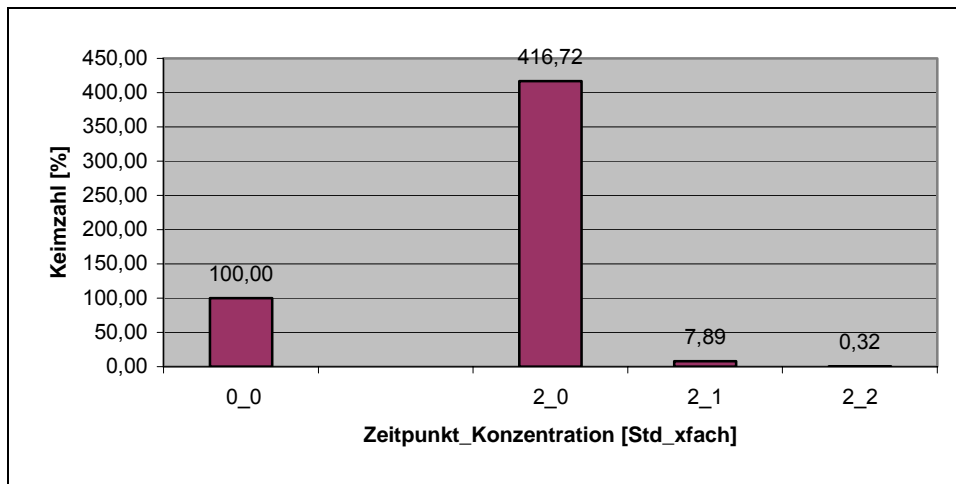


Abb. 305: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

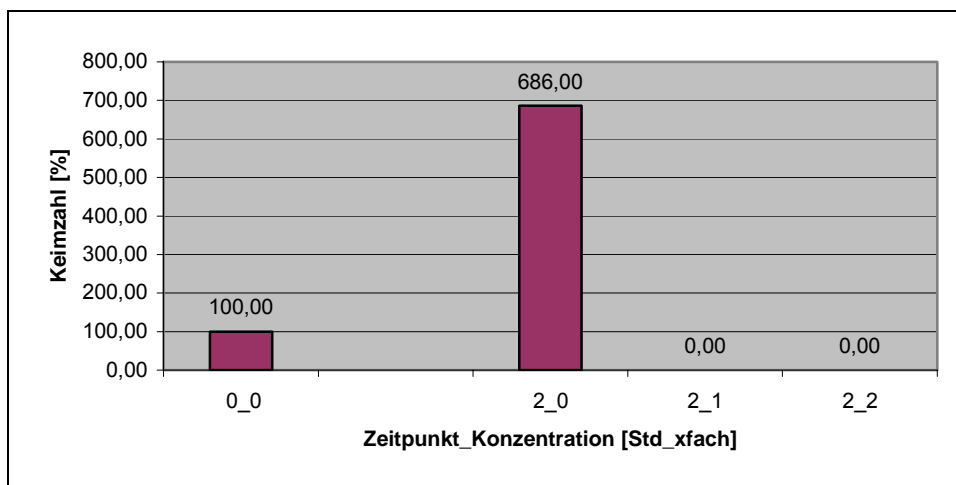


Abb. 306: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

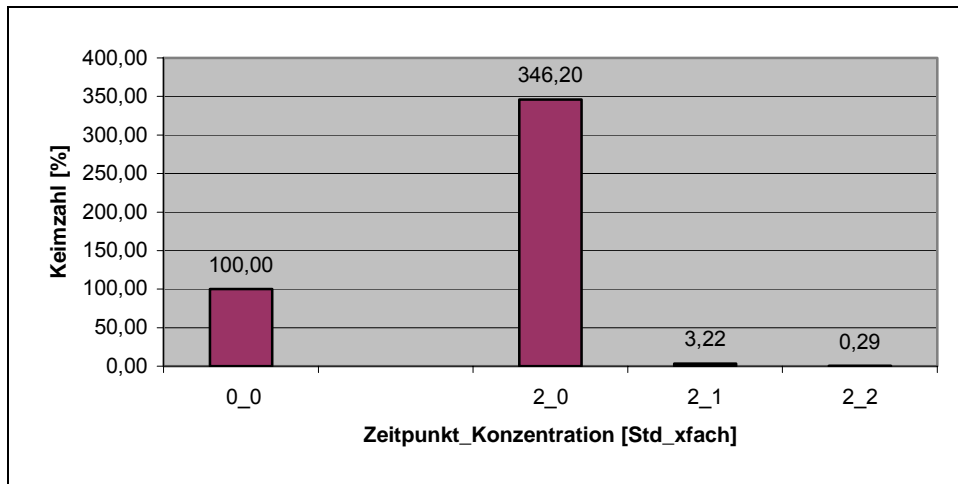


Abb. 307: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

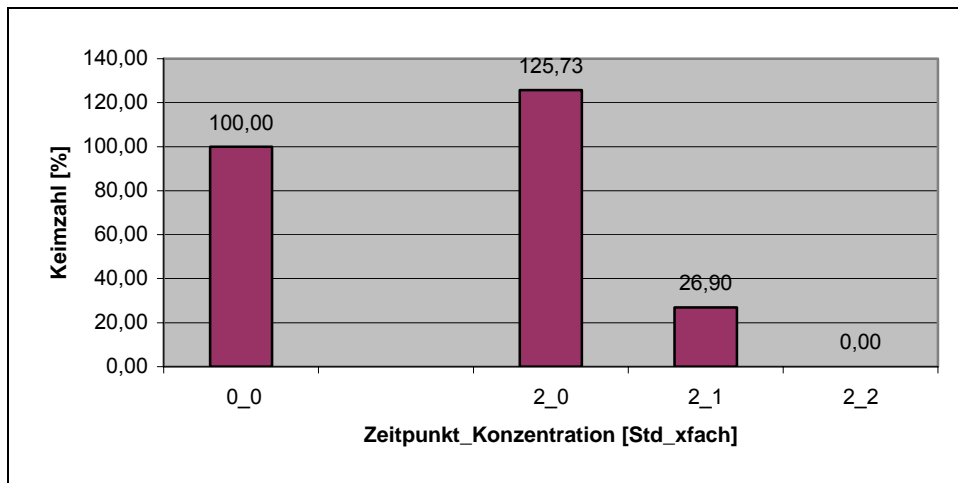


Abb. 308: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Sensodyne**

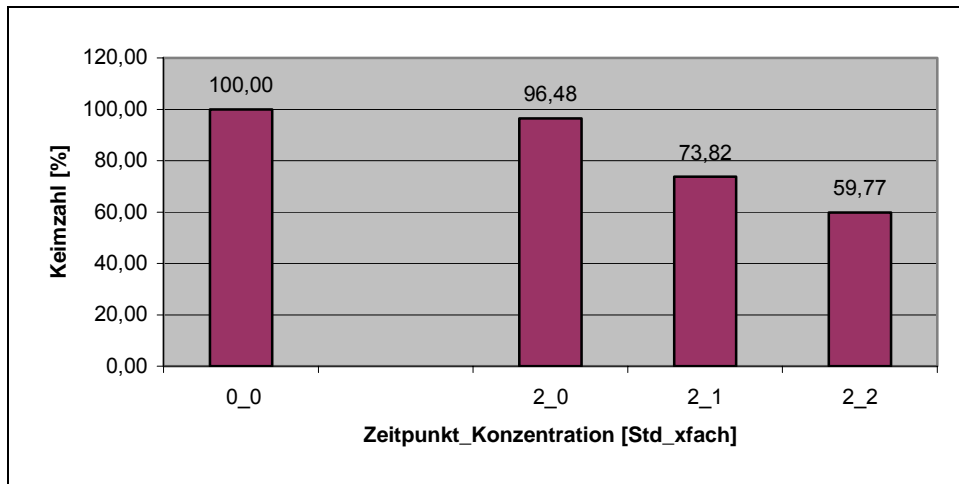


Abb. 309: Keimzahlbestimmung [%] von **S. salivarius** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

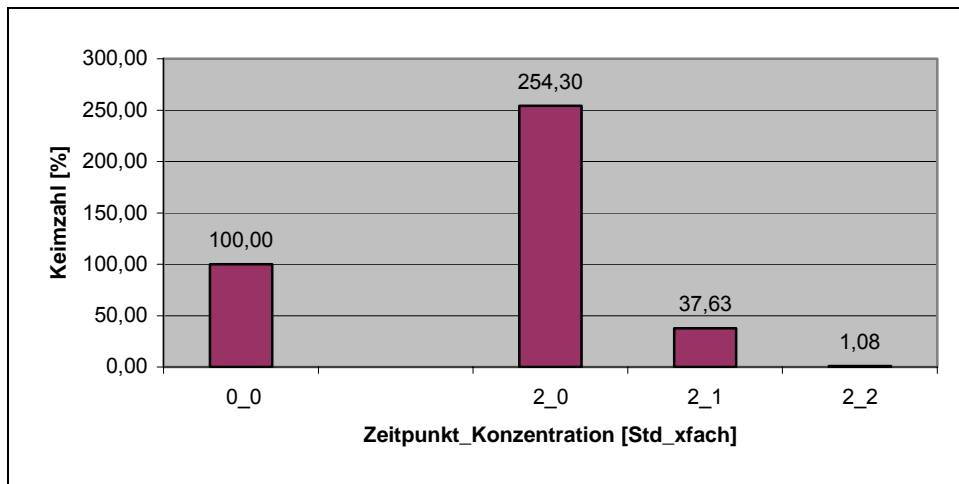


Abb. 310: Keimzahlbestimmung [%] von **S. sanguis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

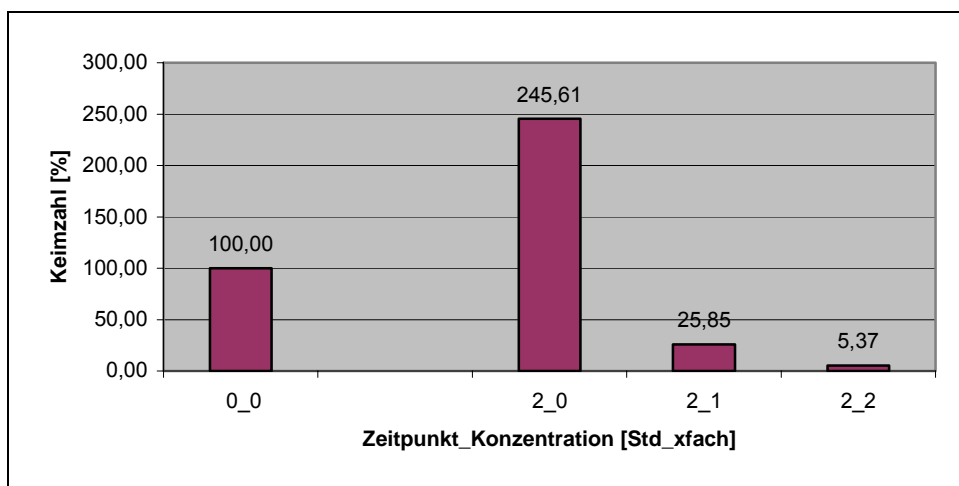


Abb. 311: Keimzahlbestimmung [%] von **S. mutans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**



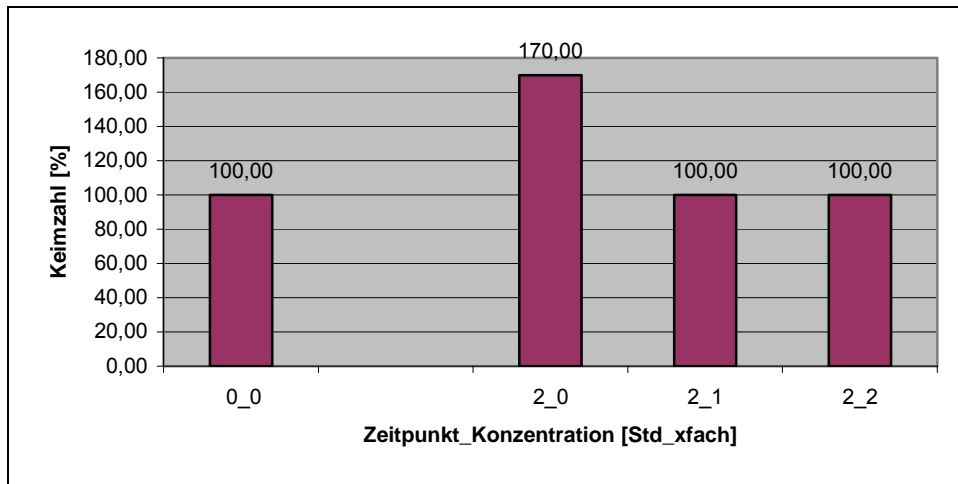


Abb. 312: Keimzahlbestimmung [%] von **Candida albicans** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

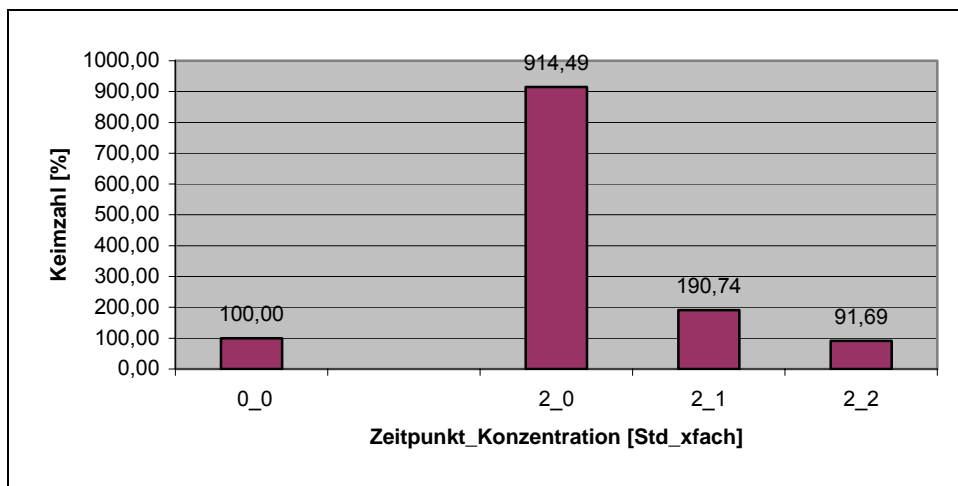


Abb. 313: Keimzahlbestimmung [%] von **E. faecalis** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

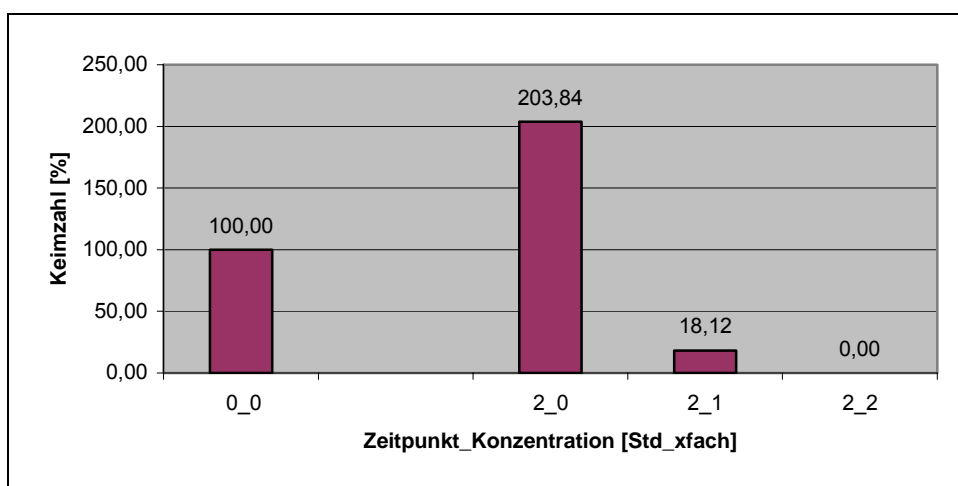


Abb. 314: Keimzahlbestimmung [%] von **Escherichia coli** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

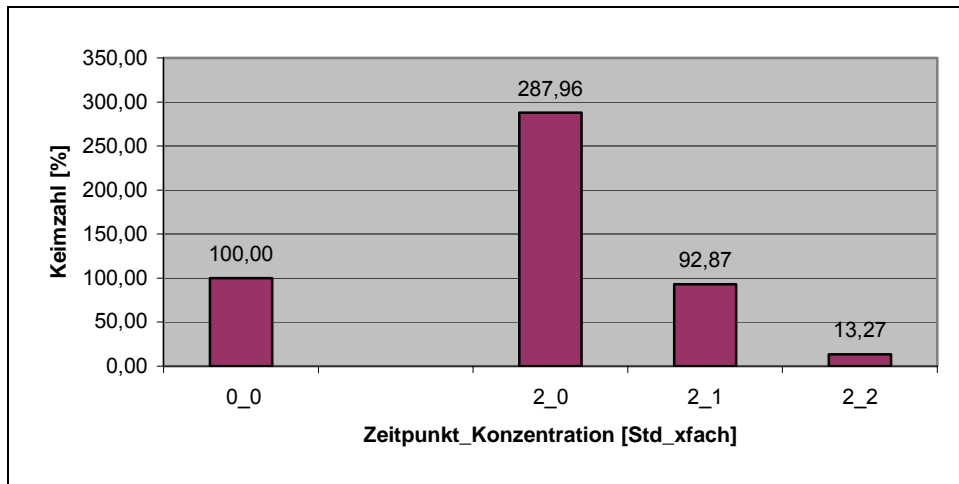


Abb. 315: Keimzahlbestimmung [%] von **Staphylococcus aureus** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

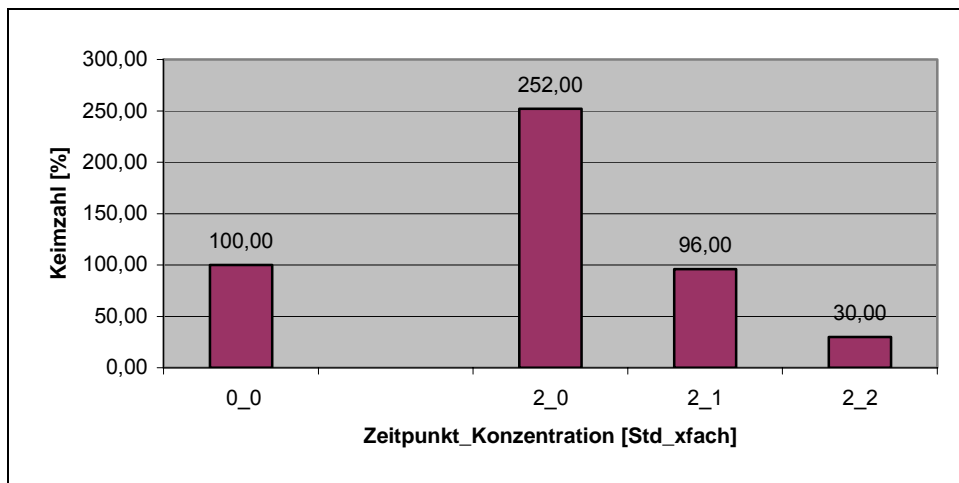


Abb. 316: Keimzahlbestimmung [%] von **Pseudomonas aeruginosa** zum Zeitpunkt 0 und nach 2 Stunden, in Abhängigkeit der Konzentration von **Oral B Zendium**

## **Danksagung**

Wir bedanken uns besonders bei Herrn Professor Dr. med. Wolfgang Pfister für die herzliche fachliche Betreuung und unermüdliche Beratung bei der Entstehung dieser Arbeit.

Außerdem danken wir den Mitarbeitern des Institutes für Medizinische Mikrobiologie der Friedrich- Schiller- Universität Jena, die uns bei der Versuchsdurchführung unterstützt und mit ihrer stetigen Freundlichkeit motiviert haben.

Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Johann Klein für seine fachkundige Mitarbeit am Layout der Arbeit und die wichtige Motivation.

Jena, 02.09.2005

## Lebenslauf

Klein, Marion

Geb. 26.10.1978	Markt Rettenbach
1985 – 1989	Grundschule Kaufbeuren / Oberbeuren
1989 – 1998	Mariengymnasium Kaufbeuren
1998	Abitur
1998 – 2004	Studium der Zahnheilkunde, Friedrich-Schiller-Universität Jena
08.01.2004	Approbation als Zahnärztin
Seit 01.04.2004	Assistenz Zahnärztin in der Gemeinschaftspraxis Dres. med. dent. Helmut Weitnauer und Annette Schmidt, Kauf- beuren

Kaufbeuren, 02.09.2005

## Lebenslauf

Starke, Kristin

Geb. 23.08.1978	Cottbus
1985 – 1991	Grundschule POS „8. Mai“ Peitz
1991 – 1995	Gymnasium Peitz
1995 – 1998	Franz Groger Gymnasium Peitz
1998	Abitur
1998 – 2004	Studium der Zahnheilkunde, Friedrich-Schiller-Universität Jena
08.01.2004	Approbation als Zahnärztin
14.04.2004 – 14.04.2005	Assistenz Zahnärztin in der Zahnarztpraxis Dr. med. dent. Kirchner, Weimar
Seit 01.05.2005	Assistenz Zahnärztin in der Zahnarztpraxis Dr. med. dent. Fechtig, Wutöschingen

Bad Säckingen, 02.09.2005

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation in den Abschnitten

- Zusammenfassung
- Einleitung
- Ergebnisse
- Anhang

selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönliche Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. med. Wolfgang Pfister und Kristin Starke,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Kaufbeuren, 02.09.2005

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation in den Abschnitten

- Ziele der Arbeit
- Material und Methoden
- Diskussion
- Schlussfolgerungen

selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönliche Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. med. Wolfgang Pfister und Marion Klein,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Bad Säckingen, 02.09.2005