

DIPLOMARBEIT

Hygienische Eigenschaften von Holz

im Vergleich zu Kunststoff



ausgeführt an der Höheren Technischen Bundes- Lehr-
und Versuchsanstalt Mödling
Abteilung Holztechnik

Ausgeführt im Schuljahr 2011/12
durch

Mühlbauer Martin
Mühlgasse 5B
2481 Achau

Milenovic Nenad
Ketzergasse 62/1/2
1230 Wien

Betreuer/Betreuerin:
Dipl. Ing. Dr. Bodner, Dipl. Ing. Bohun

Mödling, Mai 2012

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Introduction	2
3.	Aufgabenstellung.....	3
4.	Stand des Wissens	4
5.	Definition von Hygiene	5
5.1.	Hygiene im Lebensmittelbereich	5
5.1.1.	Kritik an moderner Hygiene.....	5
6.	Grundlagen von Holz im Vergleich zu Kunststoff.....	6
6.1.	Anatomie.....	6
6.2.	Umfrage	6
6.3.	Abbau der Oberfläche	6
6.3.1.	Bisphenol A.....	7
6.3.1.1.	Allgemein	7
6.3.1.2.	Risiken.....	8
6.4.	Kunststoff Allgemein.....	9
7.	Material.....	10
7.1.	Holzarten.....	10
7.1.1.	Rotbuche (Fagus sylvatica).....	10
7.1.1.1.	Allgemein	10
7.1.1.2.	Mikroskopie.....	10
7.1.1.3.	Verwendung	11
7.1.2.	Ahorn (Acer spec.)	11
7.1.2.1.	Allgemein	11
7.1.2.2.	Mikroskopie.....	11
7.1.2.3.	Verwendung	11
7.1.3.	Eiche (Quercus spec.).....	11
7.1.3.1.	Allgemein	11
7.1.3.2.	Mikroskopisch.....	12
7.1.3.3.	Verwendung	12
7.1.4.	Bambus (Bambuseae).....	12
7.1.4.1.	Allgemein	12
7.1.4.2.	Mikroskopie.....	12
7.1.4.3.	Verwendung	12
7.1.4.4.	KUHN RIKON bamboo chopping board.....	13
7.1.5.	Warum kein Nadelholz?.....	13
7.1.6.	Harz imprägniert	13
7.1.6.1.	Harze	14
7.2.	Kunststoffproben	15
7.2.1.	KESPER Tranchierbrett	15
7.2.2.	HENDI Cutting board	15
7.2.3.	NEOFLAM MICROBAN	16
7.3.	Stein und Glas	17
7.4.	Zuschnitt	18
7.4.1.	Maße und Stückzahl.....	18
7.5.	Oberfläche der Schneidbretter	18
7.6.	Lagerung im Klimaraum.....	18



8.	Krankheitserreger	19
8.1.	Escherichia coli (E.coli).....	19
8.1.1.	Merkmale	19
8.2.	Nährboden.....	19
8.2.1.	Eigenschaften des Nährbodens:	19
8.3.	Ausstreichen.....	20
8.4.	Inkubation	20
8.4.1.	Lagerung im Darrschrank	20
9.	Abklatschmethode	21
9.1.	Envirocheck Contact C Nährbodenträger	22
9.1.1.	Vernichtung.....	22
10.	Reinigung.....	23
10.1.	Wirkungsweise von Seife bzw. Spülmittel	23
10.1.1.	Reinigungsverfahren	23
10.1.2.	Durchführung	23
11.	Methode	25
11.1.	Herstellung der Lösung.....	27
11.1.1.	Auftragen der Lösung	27
11.2.	Vorproben	28
11.3.	Reinigung der Oberfläche	29
11.3.1.	Bearbeitung der Oberfläche	29
11.4.	Kontakt mit Flüssigkeit.....	30
11.4.1.	Hirnholz.....	30
11.5.	Methode zum Nachweis von Bisphenol A	30
11.6.	Apparaturen	31
12.	Ergebnisse.....	32
12.1.	Ergebnisse der Umfrage.....	32
12.2.	Wirkung bei Kontakt mit Flüssigkeiten.....	35
12.2.1.	unbehandelte Oberfläche.....	35
12.2.2.	behandelte Oberfläche.....	36
12.3.	Keimreduktion auf den Proben mit unbehandelter Oberfläche	38
12.3.1.	Keimreduktion auf den unbehandelten Proben tabellarisch	38
12.3.2.	Keimreduktion auf Rotbuche (unbeh. Oberfläche).....	41
12.3.3.	Keimreduktion auf Rotbuche harzimpräniert (unbehandelte Oberfläche).....	42
12.3.4.	Keimreduktion auf Ahorn (unbehandelte Oberfläche) .	43
12.3.5.	Keimreduktion auf Eiche(unbehandelte Oberfläche)....	44
12.3.6.	Keimreduktion auf Eichenhirnholz (unbehandelte Oberfläche)	45
12.3.7.	Keimreduktion auf Bambus (unbehandelte Oberfläche)	46
12.3.8.	Keimreduktion auf blauen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)	47
12.3.9.	Keimreduktion auf gelben Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)	48
12.3.10.	Keimreduktion auf weißen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)	49
12.3.11.	Keimreduktion der Proben mit unbehandelter Oberfläche im Vergleich	50



12.4.	Keimreduktion auf den Proben mit behandelter Oberfläche	57
12.4.1.	Keimreduktion auf den behandelten Proben tabellarisch	57
12.4.2.	Keimreduktion auf Rotbuche (behandelte Oberfläche)	59
12.4.3.	Keimreduktion auf Ahorn (behandelte Oberfläche)	60
12.4.4.	Keimreduktion auf Eiche (behandelte Oberfläche)	61
12.4.5.	Keimreduktion auf Bambus (behandelte Oberfläche) ...	62
12.4.6.	Keimreduktion auf blauen Kunststoff (behandelte Oberfläche)	63
12.4.7.	Keimreduktion auf gelben Kunststoff (behandelte Oberfläche)	64
12.4.8.	Keimreduktion auf weißen Kunststoff (behandelte Oberfläche)	65
12.4.9.	Keimreduktion der Proben mit behandelter Oberfläche im Vergleich	66
12.5.	Unterschiede in der Keimreduktion von behandelten und unbehandelten Oberflächen	71
12.6.	Reinigungsverfahren im Vergleich auf den Proben mit behandelter Oberfläche	74
12.7.	Bestimmung von Bisphenol A	80
13.	Diskussion	84
13.1.	Erklärungsansätze	87
13.1.1.	Einfluss der Holzfeuchte	87
13.1.2.	Einfluss von Inhaltsstoffen	87
14.	Zusammenfassung	88
15.	Abstract	89
16.	Literaturverzeichnis	90
17.	Abbildungsverzeichnis	91
18.	Internetverzeichnis	95
19.	Anhang	96
19.1.	Etiketten	96
19.2.	Beispiele für getestete Nährbodenträger	99
19.3.	Besprechungsprotokolle	102
19.4.	Stundenliste	114
20.	Lebenslauf	121

1. Einleitung

Aufgrund des steigenden Kunststoffanteiles, wird der Anteil an anderen Materialien rarer. Besonders Holz wird dabei in Mitleidenschaft gezogen, da die heutigen Generationen es als veraltet und somit nicht mehr als zeitgerecht ansehen. Viele sprechen dabei von den vielen Vorteilen, die Kunststoff mit sich bringt, im Besonderen den vielen verschiedenen Varianten an Formen und Farben.

Doch schon seit Jahren wird diskutiert, ob Holz oder etwa doch Kunststoff die besseren hygienischen Eigenschaften aufweist. Holz steht im Verruf, die generell schlechteren hygienischen Eigenschaften zu besitzen. Das spürt man besonders in der Gastronomie, da in z.B. Großküchen Holzschneidbretter oder Einrichtungen aus Holz gesetzliche Einschränkungen vorhanden sind. Wenn man sich in der Öffentlichkeit umhört, so erkennt man grobe Unterschiede in den Ansichten der Menschen. Ob Alt ob Jung, jedermann bildet sich zu diesem Thema seine eigene Meinung und diese variiert stark. Viele meinen, Holz hat die deutlich besseren hygienischen Eigenschaften, andere wiederum meinen, Kunststoff ist in Sachen Hygiene im Vorteil. Im Großen und Ganzen gibt es in der heutigen Gesellschaft aber keinen Favoriten - was Schneidbretter betrifft.

Es wurden schon verschiedene Studien und Untersuchungen, was die hygienischen Eigenschaften von Holz angeht, vorgenommen. Anfangs wurden Holz schlechte hygienische Aspekte zugewiesen (**Kelch und Palm, 1958; Großklaus und Levetzow, 1967; Gilbert und Watson 1971; Kampelmacher et al., 1971; Lukowsky, 1994; Rödel et al., 1994; Schulz, 1995**). Als Argumente gegen Holz wurde die poröse Struktur, die hygroskopischen Eigenschaften und die Saugwirkung der Ring – und Tüpfelgefäße, über die die Mikroorganismen ins Holzzinnere aufgenommen werden und sich ungehindert vermehren können, vorgebracht. Auch in der Beurteilung von Kunststoff waren sich die Autoren einig. Sie stufen ihn als nicht porösen Werkstoff mit einer geschlossenen Oberfläche ein. Durch die geschlossene Oberfläche erfolgte keine Verlagerung der Bakterien in der Tiefe und somit wäre Kunststoff besser und effektiver zu reinigen als Holz (**Kelch und Palm, 1958; Großklaus und Levetzow, 1967; Gilbert und Watson 1971; Kampelmacher et al., 1971; Lukowsky, 1994; Rödel et al., 1994; Schulz, 1995**). Aufgrund dieser Untersuchungen wurden Verordnungen und Richtlinien aufgestellt, die die Verwendung von Holz in der Lebensmittelindustrie weitgehend untersagten. Die Verwendung von Holz war somit nur beim Transport von hygienisch verpacktem Fleisch, bei Hackklötzen, in Räucherammern und Reifräumen gestattet (**Rödel et al., 1994; Stiebing, 2002**).

Erst in den letzten Jahren erschienen Untersuchungen, die sich mit der antimikrobiellen Wirksamkeit von verschiedenen Holzarten befassten (**Stefan Gebken, 2004; Denise Fürst, 2007**). Diese Erkenntnisse stehen im Widerspruch zu den bisherigen Ergebnissen, in den meisten ist zu lesen, dass Holz sogar teilweise die besseren, aber zumindest die gleich guten oder gleich schlechten hygienischen Eigenschaften wie Kunststoff besitzt. Hölzer mit antibakteriellen Eigenschaften wurden im Vergleich mit anderen Materialien nicht besser, aber auch nicht schlechter eingestuft (**Denise Fürst, 2007**).



2. Introduction

Due to the increasing proportion of plastic, the share of other materials has become smaller. Especially, in regard to wood most modern people think it is outdated and justify this statement with referring to the advantages of plastic, like its many shapes and colours.

For many years it has been discussed whether wood or plastic has the better hygienic properties. In general, most people think that wood possesses worse hygienic properties. In gastronomy, like in a catering kitchen, wood is even prohibited to be used as a cutting board. Asking several people, you might come across many different opinions. Some people claim that plastic has better hygienic properties while others say that wood has better hygienic properties. So there is no substantial statement in favour of cutting boards.

During the last decades, many investigations have taken place, which examined the hygienic properties of wood and plastic. Initially, poor hygienic aspects were assigned to wood. (**Kelch und Palm, 1958; Großklaus und Levetzow, 1967; Gilbert und Watson 1971; Kampelmacher et al., 1971; Lukowsky, 1994; Rödel et al., 1994; Schulz, 1995**).

Because of the porous structure, the hygroscopic properties and the suction of the tracheary elements with bordered pits, micro-organisms can enter and multiply in wood easily. In contrast, plastic is not a porous material with a closed surface, so the micro-organisms have difficulties in entering. Because of these arguments, plastic is easier to wash. (**Kelch und Palm, 1958; Großklaus und Levetzow, 1967; Gilbert und Watson 1971; Kampelmacher et al., 1971; Lukowsky, 1994; Rödel et al., 1994; Schulz, 1995**).

On the basis of the investigations mentioned above, guidelines and regulations which prohibited the use of wood as material for cutting boards in gastronomy were introduced. There it is only allowed to use wood as material for transport, like pallets in trucks or as packing material for meat. (**Rödel et al., 1994; Stiebing, 2002**).

Only in recent years, investigations which dealt with the antimicrobial activity of different kinds of wood were published. (**Stefan Gebken, 2004; Denise Fürst, 2007**). This scientific evidence conveys contradictory results to the previous ones. Different kinds of wood with antimicrobial activities were classified neither as better or worse than plastic when compared to it. (**Denise Fürst, 2007**).

3. Aufgabenstellung

Das Ziel der Untersuchung im Zuge dieser Diplomarbeit besteht darin, die hygienischen Eigenschaften von Holz in Erfahrung zu bringen. Um einen Vergleich zu bekommen, ob Holz ein idealer Rohstoff für keimbelastete Zonen ist, können auch andere Materialien, wie zum Beispiel Kunststoff, in die verschiedenen Versuche eingebaut werden. Dazu sollte ein geeigneter Probenumfang gewählt werden, der typische Vertreter in der Praxis darstellt.

Versuche unter verschiedenen Bedingungen, seitens der Oberfläche oder der Reinigung sollen Aufschluss bringen und auch das Verhalten der Materialien auf Flüssigkeiten. Gesetzliche Regelungen über die Thematik sind zu prüfen und eventuelle Gespräche mit Fachpersonen zu führen. Die Wirtschaftlichkeit und auch die Gesundheit der Materialien auf Menschen und die Umwelt sollte dabei nicht vergessen werden. Hier können ebenfalls Versuche durchgeführt werden.

Die besondere Hürde dieser Diplomarbeit besteht darin, eine geeignete Methode zu finden um die hygienischen Eigenschaften von verschiedenen Holzarten zu entdecken. Praxisnahe Verunreinigung und das Messen der Keimzahl nach gewissen Zeitabständen stand dabei im Vordergrund. Auch Verfahren für Behandlungen der Oberfläche und Reinigung waren Bestandteil, und sollten in Versuche eingebaut werden. Das Verhalten imprägnierter Hölzer und die anatomischen Richtungen der Hölzer waren ebenfalls zu testen.

Auf eine genaue Dokumentation der verschiedenen Methoden ist zu achten.

Die Auswertung der Ergebnisse in Form von Bildern und Grafiken sollen mögliche Unterschiede darstellen, die anschließend in einer Diskussion besprochen werden. Bei unterschiedlichen hygienischen Eigenschaften von den verschiedenen Materialien sollen in weiterer Folge Gründe dafür gefunden werden.

4. Stand des Wissens

Die Eindringtiefe von Bakterien ins Holz, ist ein wichtiger Punkt in der Bewertung der hygienischen Aspekte. Zur Bestimmung der Eindringtiefe werden 100µl (=0,1 ml) der Wiederbelebungslösung (= destilliertes Wasser und E.coli Bakterien) auf die Oberfläche der jeweiligen Holzart pipettiert. Nach einer 24 stündigen Einwirkzeit bei 40% relativer Luftfeuchtigkeit und 21°C werden die Hölzer mittels Kreissäge aufgetrennt und die Bakterienbelastung ermittelt. Dazu wird die Eindringtiefe am Hirnschnitt abgemessen und in mm angegeben.

Martin Gehrig hat gemeinsam mit Kollegen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich und dem Qualis Laboratorium für Qualitäts-untersuchungen und Heilmittel in Rubigen die hygienischen Eigenschaften von Holz- und Kunststoffbrettern in der Nahrungsmittelverarbeitung und -präsentation untersucht (**Robert Stingl, 2011**). Bei dieser Untersuchung wurde darauf geachtet was für eine Oberflächenbeschaffenheit, die jeweiligen Holz- und Kunststoffarten, Ahorn (acer spec.), Buche (fagus sylvatica) und Polyethylen (PE), besitzen. Es wurden vier verschiedenen Arten von Proben herangezogen, neue bzw. gebrauchte unbehandelte Proben und neue bzw. gebrauchte gefettete Proben. Diese wurden wiederum mit 200µl (=0,2ml) physiologische Kochsalzlösung, die mit E.coli Bakterien kontaminiert war, pipettiert. Danach wurde die Hälfte der Proben mit 50°C warmen Wasser gereinigt und zum Abtrocknen bei Raumtemperatur gelagert. Die andere Hälfte wurde für 15 Stunden luftdicht verpackt. Die Keimbelastung der Proben wurde anschließend per Abklatschmethode ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten zwei eindeutige Ergebnisse: der Einfluss der Oberflächenstruktur bei Holz ist gering, hingegen ist die Feuchtigkeit ein bestimmender Faktor. Auf allen gelagerten Proben, die eingefettet sind, zeigte sich ein deutlich höherer Bakterienwert. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Flüssigkeit nicht in das Holz eindringen konnte und z.T. sogar bis nach Ablauf der Lagerung als Tropfen erhalten blieb. Bei allen unbehandelten hölzernen Brettern - ob neu oder gebraucht - ist die Oberfläche fast immer keimfrei. Daraus kann abgelesen werden, dass die Oberflächenstruktur bei Holz fast keinen Einfluss hat. Kunststoffoberflächen haben bei allen Annahmen am schlechtesten abgeschnitten (**Robert Stingl, 2011**).

Die neuen Holzproben zeigten eine feine poröse Oberfläche, in der die aufgetragene Flüssigkeit schnell eindringen und austrocknen konnte. Die gebrauchten Holzarten zeigten einige Strukturschäden, aber behielten trotzdem eine poröse Oberflächenstruktur. Im Vergleich, bei Kunststoff besitzt meist Noppen auf deren Oberfläche und bietet somit der Flüssigkeit keine Chance so schnell auszutrocknen, wie das bei Holz ist.

5. Definition von Hygiene

Die Hygiene ist im Grunde genommen die Verhütung von Krankheiten und die damit verbundene Erhaltung der Gesundheit. Mit diesem Begriff werden auch die Förderung des Wohlbefindens und dessen Erhalt bezeichnet. Erreicht wird dieser Zustand durch die Säuberung, Sterilisation und Desinfektion des erwünschten Objekts. Ein Ort ist zum Beispiel dann hygienisch, wenn dieser frei von Krankheitserregern ist und somit Infektionen vorbeugt. Die Hygiene ist vor allem im Bereich der Medizin besonders wichtig, aber auch die Körperhygiene spielt heutzutage eine wichtige Rolle im Gesundheitswesen des Menschen. In dieser Diplomarbeit wird die Hygiene im Lebensmittelbereich untersucht, im speziellen die hygienischen Eigenschaften von Arbeitsplatten.

5.1. Hygiene im Lebensmittelbereich

Hygiene ist die Wissenschaft von der Gesunderhaltung des Menschen (www.wko.at). Viele dieser gesundheitlichen Beeinträchtigungen entstehen durch den Verzehr von infizierten Lebensmitteln. Der Umgang mit Nahrung sollte deshalb nur unter hygienischen Bedingungen geschehen, damit der Endverbraucher keine Schäden davon trägt. Der Einsatz von Produkten mit antibakterieller Wirkung wird aber abgelehnt, zumal die Wirksamkeit häufig nicht erwiesen ist (www.rki.de). Der Einsatz von Reinigungsmitteln ist aber unumgänglich, um eine hygienische Oberfläche zu erhalten und somit den direkten Kontakt von Nahrung und Krankheitserregern zu vermeiden.

Die Hygiene im Lebensmittelbereich umfasst somit die notwendigen Maßnahmen, die zur Herstellung gesundheitlich unbedenklicher Lebensmittel beitragen. Mängel treten häufig bei mangelhaft gewarteten Spülmaschinen und somit bei nicht ausreichend sauberen Oberflächen auf. Ebenfalls können schadhafte Oberflächen die hygienischen Eigenschaften einschränken. Ablätterungen und ausgeschlagene Teile wirken gegen ein einwandfreies Äußeres und stellen somit eine Gefahr für die Gesundheit dar. Im Lebensmittelbereich liegen auf Grund dieser Gefahren gesetzliche Einschränkungen vor, um die Endverbraucher zu schützen. Daher wäre es von Vorteil, antibakteriell wirkende Oberflächen zu benützen und ist somit der ausschlaggebende Punkt für einen Vergleich der Materialien in den noch folgenden Untersuchungen.

5.1.1. Kritik an moderner Hygiene

Auf Grund von penibler Hygiene treten oftmals Allergien als Folge auf. Durch geringen Kontakt mit verschiedenen Krankheitserregern werden derartige Symptome hervorgerufen. Besonders in der Kindheit tendiert das Immunsystem dazu Reaktionen zu zeigen. Diese Reaktionen werden schon mit eigentlich harmlosen Stoffen wie zum Beispiel Hausstaub oder Pollen hervorgerufen. Evolutionsforscher vermuten außerdem, dass Bakterien und auch Würmer im oder in der Umgebung des Menschen notwendig sind. Demnach würde sich das Leben verlängern, wenn man die Hygiene mindert, also ein Widerspruch zu all dem, was die moderne Welt denkt (www.spiegel.de).

6. Grundlagen von Holz im Vergleich zu Kunststoff

6.1. Anatomie

Schneidbretter aus Holz werden oft mit dem Wort „unhygienisch“ in Verbindung gebracht. Dies liegt vermutlich am ersten Blick auf die Oberfläche. Sie ist porös und weist somit Hohlräume auf, die mit Essensresten aufgefüllt werden. Diese mikroskopisch kleinen Hohlräume sind für die Gesellschaft ein Manko, die eine Sauberkeit an der Oberfläche ausschließen lassen.

Kunststoff hingegen ist glatt und somit porenfrei. Hier können sich keine kleinen Stücke von Lebensmitteln in der Oberfläche festsetzen, sodass sie sich nach Gebrauch einfach durch leichtes Abwaschen entfernen lassen.

Eine logische Schlussfolgerung, deren Richtigkeit umstritten ist. Forschungen in diesem Gebiet bestätigen allerdings oft das Gegenteil. Nichts desto trotz wurde eine Umfrage zu diesem Thema durchgeführt, um sich einen Überblick in dieser Thematik zu machen.

6.2. Umfrage

Die Umfrage wurde in der Mödliner Fußgängerzonen unternommen, wobei 100 Leute aus verschiedenen Altersgruppen befragt wurden. Schüler, Studenten, Lehrlinge, Arbeiter und Pensionisten wurden Fragen zu den folgenden 4 Punkten gestellt:

- Material des eigenen Schneidbrettes
- Das ihrer Meinung nach, hygienischere Material für Schneidbretter
- Gründe dafür
- Alter der befragten Person

Es wurden auch Personen aus anderen Ländern befragt. Beispielsweise waren Ungaren, Serben, Polen und ein Australier für ein Gespräch bereit. Auf ein Gleichgewicht an Frauen und Männer wurde auch Wert gelegt, da eventuelle Unterschiede Interessant wären.

6.3. Abbau der Oberfläche

In der Oberfläche benutzter Schneidbretter befinden sich unzählbare Rillen, die durch das Durchtrennen von Lebensmitteln entstehen. Da die Klinge beim Schneiden nicht immer senkrecht auf die Oberfläche trifft, können sich die Rillen überschneiden und Teile des Schneidbrettes lösen (siehe dazu Abbildung 1). Oftmals sieht man kleine Teile von Schneidbrettern auf hellen Lebensmitteln und oft dann, wenn viel Wasser oder andere Flüssigkeiten im Spiel sind. Durch die feuchte Oberfläche bleiben die Teilchen auf der Nahrung haften und können selbst durch aufwendiges Waschen nicht beseitigt werden.

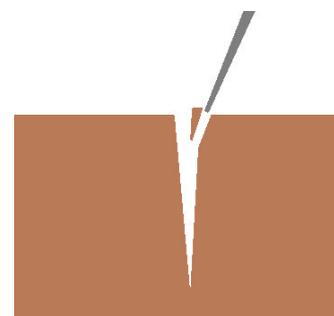


Abbildung 1: Abbau der Oberfläche schematisch

Auf dem in Abbildung 2 dargestellten Foto können die, in diesem Beispiel, Holzfasern auf einer Mango erkannt werden. Auch der Apfel und die Honigmelone weisen diese dunklen

Stellen, aufgrund der guten Transparenz, auf. Weiters ist die nasse Oberfläche zu erkennen und auch, dass sie abgenutzt ist.



Abbildung 2: Abbau eines Schneidbrettes in der Praxis

Bei Kunststoffen sind diese Teilchen oft kleiner, da beispielsweise ein Messer bei härteren Kunststoffschneidbrettern nicht derartig weit eindringen kann. Doch kleine Teile können sich trotzdem absplalten und sind meist wegen der hellen Oberfläche der Bretter nicht immer mit freiem Auge zu erkennen.

Es stellt sich nun die Frage, ob diese Teile, die in der Menge kaum erwähnenswert sind, für den Körper Gefahren darstellen. In der Literatur ist hier wenig erforscht, aber es wird nie eine Substanz erwähnt, die negative Auswirkungen auf den Körper hat. Andererseits ist die Meinung über die Kunststoffbretter sehr gespreizt. Manche Experten warnen vor Giftstoffen, andere sehen keine Risiken. Bei den Skeptikern steht vor allem die Substanz Bisphenol A im Gespräch, das in Kunststoffen vorkommt und über die Nahrung aufgenommen werden kann. Selbst bei besseren hygienischen Eigenschaften der künstlichen Schneidbretter würde so der Einsatz trotzdem ausgeschlossen werden, auf Grund der bereits vorhandenen Giftstoffe.

6.3.1. Bisphenol A

6.3.1.1. Allgemein

Chemischer Name: 4,4-Isopropylidendiphenol

Summenformel: C₁₅H₁₆O₂

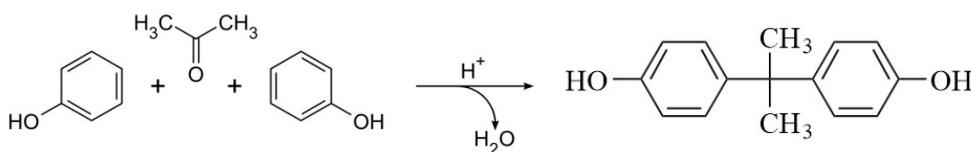


Abbildung 3: Herstellung von Bisphenol A

Bisphenol A besteht aus 2 Teilen Phenol und 1 Teil Aceton (=A) und enthält bis zu 16 verschiedene Verunreinigungen bei der kommerziellen Herstellung. Für kurze Zeit wurde es in der Pharmazie, als Östrogensatz verwendet, aber später durch potentere synthetische Östrogene (Diethylstilbestrol) ersetzt. Karriere machte diese Substanz später als Industriechemikalie. Es ist ein Zwischenprodukt und wird durch Polymerisierung zu Polycarbonat-Kunststoff oder Epoxidharz weiterverarbeitet und dadurch in die Polymermatrix eingebunden. Neben CDs, Bodenbelägen, Klebstoffen und Faxpapier ist es auch in vielen weiteren Kunststoffen enthalten. Bisphenol A steckt in vielen Alltagsprodukten und ist ein wichtiger Bestandteil unseres Lebens, wobei Experten über Folgen unschlüssig sind.

Technische Daten:

Tabelle 1: Technische Daten zu Bisphenol A

Molare Masse	228,28 g·mol ⁻¹
Aggregatzustand	Fest
Dichte	1,2 g·cm ⁻³
Schmelzpunkt	155–156 °C
Siedepunkt	220 °C (500 Pa)
Löslichkeit	löslich in Alkohol, 300 mg·l ⁻¹ in Wasser

6.3.1.2. Risiken

Durch Hydrolyse kann Bisphenol A, mittels einer Reaktion mit Wasser in die Nahrung kommen und so in den menschlichen Körper. Die Produktion von Bisphenol A-haltigen Kunststoffen ist auch für die Umwelt relevant. Durch Abwässer werden ebenfalls Restmengen von den Kunststoffherstellern in Gewässer geführt. Auch Außenkabel aus PVC können für die Umwelt und dadurch auch für Boden- und Wasserorganismen schädlich sein. Laut EFSA (europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde) besteht kein Anlass zur Sorge, doch über Bisphenol A bestehen noch Wissenslücken und Unsicherheit über die möglichen Gefahren. Manche Experten sprechen von negativen Effekten auf die Sexualität, Herzkreislauferkrankungen, erhöhter Aggressivität und geringerer geistiger Fähigkeiten. Diese Forschungsergebnisse stehen jedoch nicht ohne Widersprüche da! Verordnungen in dieser Hinsicht bestehen noch nicht. Jedoch ist es in einigen Ländern, darunter auch Dänemark, Frankreich und Kanada, eine Einschränkung oder gar ein Verbot, vor allem bei Babyprodukten, von Bisphenol A vorgeschrieben. (www.wikipedia.org)

Bisphenol A bei Schneidbrettern:

Da Bisphenol A in vielen Kunststoffen steckt, ist eine Vermutung von dieser Substanz in künstlich hergestellten Schneidbrettern berechtigt. Hierfür wurde auch in dieser Diplomarbeit das Thema Giftstoffe behandelt um die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt festzustellen. Durch geringe Mengen Bisphenol A könnte ein körperlich schwacher Mensch, die im letzten Punkt beschriebenen Symptome aufweisen. Experten, die von der Gefährlichkeit von Bisphenol A überzeugt sind, raten vor allem von einem Umgang dieser Produkte mit Babys und Prostatakranke ab.

Auch die Produktion von Kunststoffschneidbrettern, kann sämtliche Giftstoffe in die Natur führen. Durch Abwässer können von der Kläranlage Restmengen in Gewässern bestehen bleiben. Diese sind in weiterer Folge besonders für kleine Wasserorganismen schädlich.

Es ist also nicht nur eine Frage von Bakterien, die auf ein Schneidbrett geraten und sich dort verbreiten, sondern von Giftstoffen die vom Schneidbrett ausgehen. Selbst wenn noch wenige Studien vorliegen ist hier ein relevanter Unterschied, der vielleicht erst in Jahrzehnten an Bedeutung gewinnt.

6.4. Kunststoff Allgemein

Wir sind Kinder des Plastikzeitalters: vom Babyschnuller bis zur Trockenhaube, von der Quietschente bis hin zum Auto. Plastik ist überall: In den Weltmeeren findet man inzwischen sechsmal mehr Plastik als Plankton und selbst in unserem Blut ist Plastik nachweisbar! Die Menge an Kunststoffen, die wir seit Beginn des Plastikzeitalters produziert haben, reicht aus, um unseren gesamten Erdball sechs Mal in Plastikfolie einzupacken (www.plastic-planet.de). Schneidebretter aus Kunststoff sind auch ein Teil dieses enormen Plastikvorkommens auf der Welt. Die Gefährlichkeit, die von den beinhaltenen Giftstoffen ausgeht, ist noch umstritten. Experten warnen vor dem gefährlichen Bisphenol A, dessen Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen allerdings noch unbekannt sind. Grund dafür ist zum Beispiel, dass noch kaum Beweise vorhanden sind, weil noch wenig auf diesem Gebiet erforscht wurde. Fakt ist aber, dass Kunststoff aus Erdöl gewonnen wird und dadurch Ressourcen aufgebraucht werden. Der Einsatz von Holzschneidebrettern ist dabei wesentlich schonender für die Umwelt. Auch die Entsorgung von künstlichen Schneidebrettern ist kompliziert und bringt Probleme mit sich.

Ein Kunststoffschneidebrett ist im Durchschnitt 35cm lang, 15cm breit und 2cm hoch. Es wiegt ca. 670g und ist nahezu überall erhältlich. Wenn man sich nun vorstellen würde, dass jeder moderne Haushalt in Österreich ein solches Brett hätte dann wären die Zahlen enorm!

Haushalte in Ö.: 3.650.400 (lt. Statistik Austria 2011)

Tabelle 2: Zahlen zu den Kunststoffschneidebrettern in Österreich

	1 Stück	Summe Österreich
Gewicht	670g	2445,768t
Volumen	1050cm ³	3832,920m ³
Fläche	525cm ²	191646m ²

Für viele Dinge des Alltags gibt es keine Alternativen zu Kunststoff. Der Einsatz von Holzschneidebrettern ist jedoch auch möglich und kann den Plastikmüll erheblich senken. Im genannten Beispiel können so knapp 2450 Tonnen eingespart werden. Das entspricht 1750 VW Passat Typ 3B oder flächenmäßig wären es 191.646m². Diese Beispiele sind aber nur Österreich weit gesehen und wären bei Betracht der gesamten Weltbevölkerung natürlich sehr viel größer.

Bei Annahme, dass Österreich 8.440.465 Einwohner hätte und die Weltbevölkerung ca. 7 Milliarden Menschen beinhaltet, würde Österreich 0,12% davon ausmachen. Umgerechnet auf die Fläche, wären alleine die Kunststoffschneidebretter (159,705km²) so groß wie in etwa Liechtenstein (160 km²), die leicht vermieden werden könnten.

7. Material

7.1. Holzarten

Die Auswahl der verwendeten Holzarten für diese Untersuchung gestaltete sich relativ leicht. Es wurde darauf Wert gelegt, praxisnahe Holzarten zu benutzen. Das bedeutet, es wurden Holzarten gewählt, die auch in der Industrie zur Herstellung von Holzschneidebrettern verwendet werden. Nadelholzarten schieden gleich von Anfang an aus, da Nadelholz nicht für die Erzeugung von Schneidebrettern verwendet wird. Das Problem dabei ist, dass diese Holzarten meist Harz besitzen und eher weiche Hölzer sind, also werden sie schnell durch Messerschnitte in Mitleidenschaft gezogen und so lösen sich oft Späne ab. So wurde mit dem Rotbuchenholz (*Fagus sylvatica*) als erstes die typischste Schneidbrettholzart in diese Untersuchung gewählt, mit dem auch die Vorversuche gemacht wurden. Weiters wurden Ahorn (*Acer spec.*), Eiche (*Quercus spec.*) und auch ein Vertreter der Gräser, nämlich der Bambus (*Bambuseae*), miteinbezogen. Dazu wurde noch Buche, die mit einem Harz imprägniert wurde, für Versuche zur Verfügung gestellt.

7.1.1. Rotbuche (*Fagus sylvatica*)

7.1.1.1. Allgemein

Die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) ist ein Laubbaum, der fast in ganz Europa, außer dem südlichen Mittelmeerraum, Skandinavien und Osteuropa vorkommt und gehört zu den Reifholzarten. Die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) erreicht eine Höhe von 25m bis maximal 40m. Der astfreie Anteil des Stammes (Schaft) kann dabei bis zu 15m hoch sein und der Durchmesser kann bis zu 0,5 bis 0,8m, in Ausnahmefällen bis zu 1m, betragen. Der Stamm ist meist gerade, zylindrisch und vollholzig gewachsen und hat daher nicht mit Abholzigkeit zu kämpfen. Die Rinde der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) ist meist glatt und grau bis graugrün. Die typische rote Farbe erhält die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) erst nach der Holztrocknung, oder durch Dämpfung. Üblicherweise schwankt die Holzfarbe von rötlichweiß bis hellrot. Splint und Kern weisen meist keinen farblichen Unterschied auf. Es kann aber sein, dass in höherem Alter ein Rotkern gebildet wird. Die Rohdichte ρ_0 beträgt lt. ÖNORM B3012 680 kg/m³.



Abbildung 4: Rotbuche

7.1.1.2. Mikroskopie

Die Zuwachszonengrenzen der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) sind durch gefäßarmes und dunkleres Spätholz deutlich erkennbar. Die Holzstrahlen (zwischen 1mm und 5mm hoch) sind in allen Schnittrichtungen (axial, radial, tangential) mit freiem Auge gut zu erkennen. Diese erweitern sich an den Zuwachszonengrenzen. Im Radialschnitt sind die Holzstrahlen als Spiegel zu erkennen bzw. als Spindeln im Tangentialschnitt. Spiegel und Spindeln werden mehrere Millimeter hoch. Das Holz ist halbringporig bis zerstreutporig. Die Gefäße sind in keiner Schnittrichtung mit freiem Auge klar zu erkennen und haben keine spezifische Anordnung.

7.1.1.3. Verwendung

Das Holz der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) wird häufig im Möbel- und Innenausbau verwendet. Weiters werden daraus auch Furniere hergestellt. Große Verwendung findet es ebenfalls als Parkettholz, Treppenholz etc. und wegen seiner guten Verarbeitbarkeit als Drechselware. Auch im Außenbereich mit Erdkontakt wird die Rotbuche als Schwelle eingesetzt und auch in der Lebensmittelindustrie als Räucherholz zum Räuchern von Fisch und Fleisch.

7.1.2. Ahorn (*Acer spec.*)

7.1.2.1. Allgemein

Der Ahorn (*Acer spec.*) ist ein, in Mitteleuropa weit verbreiteter Laubbaum und gehört zu den Reifholzarten, das heißt Kern und Splint unterscheiden sich in Sachen Farbe nicht voneinander. Der Ahorn (*Acer spec.*) erreicht eine Höhe von bis zu maximal 30m. Dabei kann der astfreie Teil des Stammes bis zu 15m betragen, aber oft auch nur 4m bis 8m. Der Durchmesser dieses Baumes kann dabei bis zu 1m betragen. Je dicker der Baum umso öfter treten störende Verfärbungen auf, deswegen werden Bergahorne schon mit geringen Durchmessern verwendet. Der Stamm wächst zylindrisch und gelegentlich spannrückig. Die Rinde ist grau und schuppt im Alter ab. Weiters ist die Holzfarbe glänzend bis fast weiß und die Rohdichte ρ_0 beträgt lt. ÖNORM B3012 590 kg/m³.



Abbildung 5: Ahorn

7.1.2.2. Mikroskopie

Die Zuwachszonengrenzen des Ahorns (*Acer spec.*) sind deutlich durch sehr schmale, scharf begrenzte Spätholzzonen erkennbar. Die Holzstrahlen sind schmal (häufig unter 1mm hoch). Im Axialschnitt sind die feinen Holzstrahlen als hell glänzende Linien zu erkennen. Das Holz dieser Holzart ist zerstreutporig. Es besitzt Gefäße, die aber keine spezifische Anordnung aufweisen und sind mit freiem Auge nicht zu erkennen. Axialparenchym sind vorhanden und gebändert. Die Parenchymbänder sind dabei schmal und marginal.

7.1.2.3. Verwendung

Das Holz des Ahorns (*Acer spec.*) wird oft im Möbel- und Innenausbau verwendet. Es werden daraus Furniere, Schäl furniere, Parkettböden und Treppenstufen hergestellt. Auch in der Musikindustrie wird Ahorn eingesetzt, wie z.B. bei Holzblasinstrumenten. Weiters wird das Holz bei Kinderspielzeugen und Küchengeräten verarbeitet.

7.1.3. Eiche (*Quercus spec.*)

7.1.3.1. Allgemein

Die Eiche (*Quercus spec.*) kommt in fast ganz Europa, außer dem südlichen Mittelmeerraum (Griechenland und Spanien) vor und ist ein Laubbaum der zu den Kernholzarten gehört. Eichenbäume erreichen eine Höhe von 20m bis maximal 30m und der Durchmesser beträgt dabei meist 0,3m bis 0,8m. Der Stamm wächst oft zylindrisch, manchmal krumm und hat häufig mit Abholzigkeit zu kämpfen. Die Rinde der Eiche (*Quercus spec.*) ist meist dunkelgrau bis grau, dick und hat meist tiefe Längsrisse. Da es sich um eine Kernholzart handelt ist der Kern farblich deutlich vom Splint zu unterscheiden. Der Splint ist nur schmal ausgebildet und hat eine gelblich-weiße Färbung. Das Kernholz ist hingegen hellbraun bis dunkelbraun. Die Rohdichte ρ_0 beträgt (lt. ÖNORM B3012) 670 kg/m³.

7.1.3.2. Mikroskopisch

Die Zuwachszonen der Eiche (*Quercus spec.*) sind durch größere und ringporig angeordnete Frühholzporen deutlich erkennbar. Ebenso erzeugen diese Frühholzporen im Tangentialschnitt einen markanten Fladern und im Radialschnitt deutliche Streifen. Die Holzstrahlen (teilweise 5mm breit und bis zu einigen cm hoch) sind im Axialschnitt deutlich mit freiem Auge zu erkennen. Das Holz ist ringporig und der Frühholzporenring ist mehrreihig angeordnet. Gefäße sind diagonal bzw. radial angeordnet und deutlich mit dem freien Auge zu erkennen. Axialparenchyme sind vorhanden und gebändert.



Abbildung 6: Eiche

7.1.3.3. Verwendung

Eiche (*Quercus spec.*) wird oft im Möbelbau und Innenausbau eingesetzt, als Tür und Fensterholz, für Treppen, Geländer und Verkleidungen. Häufig im Garten- und Landschaftsbau (z.B. Kinderspielanlagen und -geräten) verwendet. Weiters werden daraus Furniere, Möbel und Parkettfußböden hergestellt.

7.1.4. Bambus (Bambuseae)

7.1.4.1. Allgemein

Der Bambus (Bambuseae) ist eigentlich kein Baum, sondern zählt zu der Familie der Süßgräser. Er kommt in Asien, Nord- und Südamerika und auch in Australien vor. Die meisten der ca. 1500 verholzten Bambusarten, wachsen dabei in China. Das Verbreitungsgebiet umfasste die Tropen und Subtropen. Der Bambus (Bambuseae) zählt, mit einer Wachstumsrate von durchschnittlich zehn bis dreißig Zentimetern, zu den am schnellsten wachsenden Pflanzen. Geerntet wird bereits nach 3 Jahren, da dann die komplette Pflanze verholzt ist und für eine Weiterverarbeitung geeignet. Einige Bambusarten werden bis zu maximal 38m hoch und erreichen einen Halmumfang von bis zu 80 cm. Um Vollholz aus einem Bambus zu gewinnen, werden die Fasern des Halmes aufgetrennt und dann wiederum zusammengepresst. Nach diesem Prozess ergibt sich eine hellbraune Oberflächenfarbe. Die Rohdichte ρ_0 beträgt ungefähr 700 kg/m^3 .



Abbildung 7: Bambus

7.1.4.2. Mikroskopie

Im Gegensatz zu den höchstens zwei Millimeter langen Fasern der heimischen Holzarten, sind die Fasern von Bambus bis zu einem Zentimeter lang. Bambus besteht aber nur zu einem geringen Teil aus Lignin. Kieselsäure bildet den Hauptteil der Inhaltsstoffe und gibt dem Halm Festigkeit und Härte. Im Gegensatz zu Holz, hat Bambus einen weichen Kern und wird nach außen immer härter. Es besteht nach außen hin eine kontinuierliche Häufung von Leitbündeln.

7.1.4.3. Verwendung

Das Holz des Bambus (Bambuseae) wird oft im Innenausbau sowie im Außenbereich verwendet. In Asien wird Bambus (Bambuseae) häufig als Baumaterial im Hausbau

eingesetzt, ebenfalls wird diese Holzart als Gerüstmaterial, Brennmaterial oder zur Produktion von Textilien eingesetzt. Weiters wird daraus Bambusmilch gewonnen, die in der Kosmetikindustrie verwendet wird. Die jungen Schösslinge werden dazu verwendet um als Gemüse oder in Essig eingelegt genossen zu werden. Hier in Europa kennt man Bambus (Bambuseae) eigentlich nur als teures und exklusives Terrassen - und Furnierholz.

7.1.4.4. KUHN RIKON bamboo chopping board

Die KUHN RIKON AG ist ein Produktionsunternehmen aus der Schweiz für Kochgeschirr und ist auch unter dem Namen Duromatic bekannt. Die 1926 gegründete Aktiengesellschaft umfasst momentan 160 Mitarbeiter und produziert unter anderem auch Schneidebretter.



Abbildung 8: Bambusschneidbrett

Das in der Abbildung dargestellte Bild, ist ein exaktes Ebenbild der in dieser Diplomarbeit getesteten Probe. Ein Bambusbrett mit Saftrinne in geölter Ausführung aus China. In der Produktbeschreibung wird mit Eigenschaften wie extrem widerstandsfähig und trotzdem messerschonend und ein Verweis auf 2 Jahre Garantie geworben. Am Etikett wird empfohlen nur mit einem feuchten Lappen und nicht in der Spülmaschine zu Reinigen. Dieses Schneidebrett von KUHN RIKON hat einen Kostenpunkt von rund 20 € (ca. 1,88 €/dm²) und misst 38 x 28 cm. Auf der Verpackung waren weiters 3 Symbole zu sehen:



Internationales Recyclingsymbol



Grünen Punkt (recyclebar)



darf mit Lebensmittel in Kontakt kommen

Die Saftrinne wurde nicht als Probe verwendet sowie der Griff. Die Versuche wurden alle auf der Oberseite durchgeführt.

7.1.5. Warum kein Nadelholz?

Holzschneidbretter werden zumeist aus Hartholz, wie Buche oder Eiche gefertigt. Es wird ausschließlich Laubholz zur Fertigung von Schneidbrettern verwendet und eigentlich kein Nadelholz, weil dieses zwei große Nachteile mit sich bringt. Das erste Problem bei Nadelholzarten ist, dass manche dieser Hölzer Harz besitzen. Das Harz wäre sehr unvorteilhaft bei Schneidebrettern, da es das Brett selber, die Schneide des Messers und das Lebensmittel, das darauf bearbeitet wird, verschmieren würde. Das zweite große Problem ist, dass die meisten Nadelholzarten zum Spanen neigen. Es würden sich beim Einschneiden der Oberfläche Späne bilden und ablösen. Dies passiert bei härteren Hölzern, wie die des Laubholzes, weniger.

7.1.6. Harzimprägniert

Das Imprägnieren von Holz mit Natur- oder Kunstharzen, ist ein Holzschutzverfahren und dient dazu, Holz gegen holzverfärbende und -zerstörende Organismen zu schützen. Die

Wirkung der Imprägnierung hängt von der Tränkbarkeit der Holzart ab. Diese Tränkbarkeit wird in der EN 350-2 definiert.

Tabelle 3: Tränkbarkeitsklassen laut DIN EN 350 – 2

Tränkbarkeitsklasse	Definition	Holzart
1	Gut tränkbar	Kiefer (Splint)
2	Mäßig tränkbar	Tanne (Splint)
3	Schwer tränkbar	Fichte (Splint)
4	Sehr schwer tränkbar	Douglasie, Fichte (Kern)

Das meist verwendete Verfahren ist das Kesseldruckimprägnieren (KDI). Diese Methode des Holzschutzes erfolgt in einer computergesteuerten Anlage. Das zu behandelte Holz fährt auf einem Imprägnierwagen in den Vakuum-Druck-Kessel ein und wird unter Vakuum gesetzt. Dann wird der Kessel mit dem Imprägniermittel gefüllt. Darauf folgt die Druckphase, in der das Holzschutzmittel mittels Druck in das Holz gepresst wird.

7.1.6.1. Harze

- Naturharze sind eine von Pflanzen z.B. Bäumen abgesonderte, nicht wasserlösliche, zähe Flüssigkeit. Bäume produzieren und scheiden Harz aus, um auftretende Wunden zu verschließen. Sie bestehen aus Harzsäuren, die zu den Carbonsäuren zählen und aus flüchtigen aromatischen Verbindungen, die später verdunsten und das Harz aushärten lassen. Ebenfalls führen Oxidations- oder Polymerisationsreaktionen zur Aushärtung von Naturharzen.
- Kunstharze werden durch Polymerisations-, Polyadditions- oder Polykondensationsreaktionen künstlich erzeugt. Sie können durch natürliche Stoffe hergestellt oder durch Verseifung und Veresterung modifiziert werden. Die zwei Hauptkomponenten von Kunstharz sind das eigentliche Harz und ein Härter, zusammen ergeben diese zwei Komponenten einen duroplastischen Kunststoff. Die häufigsten Kunstharze sind Epoxidharz, Alkydharz, Acrylharz, Harnstoffharz und Polyesterharz.

In unserer Untersuchung wurde Buchenholz (*Quercus spec.*) mittels Druckimprägnierung mit einem Imprägnierharz versehen.

7.2. Kunststoffproben

Die Kunststoffschneidebretter wurden nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt. Es wurde darauf geachtet, dass die Bretter aus verschiedenen Preiskategorien waren. Die auf den Verpackungen angeschriebenen Eigenschaften lagen dabei auch weit auseinander. Diese waren unter anderem messerschonend, hochwertig, hygienisch, porenfrei und wasserabweisend. Die folgenden Proben sind jene, die in den Versuchen getestet wurden. Im Anhang befindet sich das originale Etikett dazu.

In den verschiedenen Versuchen wurde zur Bezeichnung der Kunststoffproben die Farbe (Weiß, Blau und Gelb) angegeben. Diese sind aus den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

7.2.1. KESPER Tranchierbrett

Das im Jahr 1902 gegründete Unternehmen KESPER produziert Haushaltswaren, Kleinmöbel und ist teilweise im Brauereibedarf tätig. Neben Holz, Glas und Metall be- und verarbeiten Sie auch Kunststoff. Dieses große Unternehmen hat Ihren Sitz in Willingen (Deutschland) und hat in Ihrem Sortiment auch verschiedenste Schneidebretter.



Abbildung 9: weißes Kunststoffschneidbrett

Für die in dieser Arbeit durchgeführten Versuche wurde als Probe auch ein Tranchierbrett aus PE- Kunststoff 34 x 23 cm von KESPER untersucht. Mit dem Spruch „Schneiden, Tranchieren und Servieren von seiner hygienischsten Seite“ will KESPER bei seinen Kunden punkten. Auf der Verpackung ist die Rede von einem hochwertigen PE- Kunststoff, hoher Schnittfestigkeit, spülmaschinengeeignet und besonders hygienisch. Der Verkaufspreis für dieses Schneidebrett made in India liegt bei knappen 5 € (ca. 0,64 €/dm²). Weiters ist der Kunststoff noch genauer beschrieben:

„PE- Kunststoff: Das robuste und geschmacksneutrale Material eignet sich für den alltäglichen Gebrauch. Das Brett bietet eine hohe Schnittfestigkeit und ist besonders hygienisch – ideal zum Schneiden von Fleisch und Gemüse

Auch auf diesem Etikett befinden sich Symbole wie:



spülmaschinengeeignet



Grünen Punkt (recyclebar)



darf mit Lebensmittel in Kontakt kommen



Umwelt sauber halten

7.2.2. HENDI Cutting board

Die HENDI Food Service Equipment GmbH Austria ist 1999 gegründet worden und ist eine Handelsgesellschaft für den Gastronomiebedarf aus Salzburg.



Abbildung 10: blaues Kunststoffschneidbrett

Dieses Brett mit Safrinne aus HDPE 500 Kunststoff misst 53 x 32,5 cm. Im Gegensatz zu den meisten anderen Kunststoffschneidebrettern ist diese nicht spülmaschinenfest und hat weiter die Kennzeichnungen:



Grünen Punkt (recyclebar)



darf mit Lebensmittel in Kontakt kommen



nicht spülmaschinengeeignet



Produkt darf nur so transportiert, gelagert,... werden, dass die Pfeile nach oben zeigen



vor Nässe schützen



HANDLE
WITH CARE

mit Vorsicht zu handhaben

Die Kosten für ein solches Schneidbrett liegen bei ca. 20 € (ca. 1,16 €/dm², aber wesentlich stärker als die anderen mit 18 mm Dicke) und findet hauptsächlich Einsatz in Großküchen. Zwar ist die untere und obere Fläche vom visuellen Anblick gleich, aber es findet sich kein Vermerk, dass man beide Seiten verwenden kann. So wurde bei den Versuchen nur die Oberseite behandelt.

7.2.3. NEOFLAM MICROBAN

Antibakterielles Schneidbrett NEOFLAM ist ein international tätiges Unternehmen, das sich auf Küchengeschirr spezialisiert hat und zusammen mit MICROBAN eine Reihe von Schneidbrettern produziert. Die NEOFLAM Schneidbretter sind mit einem MICROBAN Hygieneschutz ausgestattet und sollen das Wachstum von Bakterien zwischen den normalen Reinigungen verhindern.

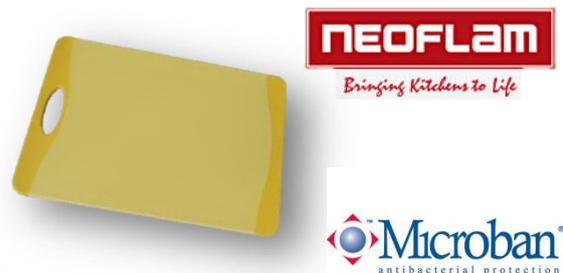


Abbildung 11: gelbes Kunststoffschneidbrett

Das antibakterielle Schneidbrett aus China hat die Maße 36,8 x 25,4 cm und ist um knapp 8 € (ca. 0,86 €/dm²) erhältlich. Auf der Verpackung sind folgende Zeichen ersichtlich:



darf mit Lebensmittel in Kontakt kommen



Spülmaschinengeeignet



Umwelt sauber halten

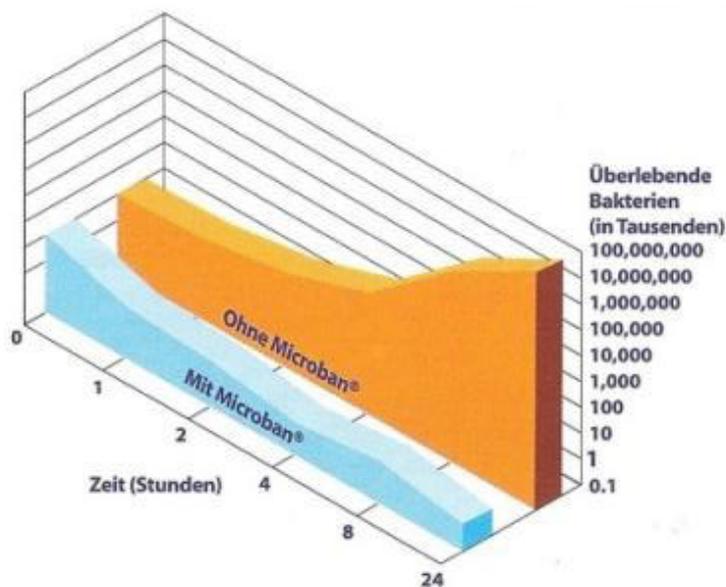


Recyclingsymbol, Polypropylen

Als Pflegehinweis wird das Waschen mit der Spülmaschine oder mit heißem Wasser und etwas Spülmittel empfohlen. Das Schneidebrett hat eine Safrinne, ist beidseitig verwendbar und besitzt einen porenfreien und wasserabweisenden Kunststoff laut Herstellerangaben. Weiters ist auf der Verpackung zu MICROBAN vermerkt:

- *Ist die führende und verlässliche antibakterielle Marke*
- *MICROBEN 3G Silver wurde diesem Produkt während der Herstellung zugefügt und bietet anhaltenden, antibakteriellen Schutz während der gesamten Produktlebensdauer*
- *Verhindert die Übertragung von Bakterien – für eine gute Hygiene im Haushalt*
- *Der antibakterielle Schutz im Produkt wäscht sich nicht aus und nutzt sich nicht ab*
- *Rund um die Uhr Schutz - MICROBEN antibakterieller Schutz wirkt dauerhaft*

Eine Grafik ist außerdem noch angefügt:



Grafik 1: angebliches bakterielle Verhalten vom gelben Kunststoffschneidebrett im Vergleich zu anderen

7.3. Stein und Glas

Materialien wie Glas und Stein sollen gute hygienische Eigenschaften aufweisen. Dies wurde allerdings nicht in dieser Diplomarbeit behandelt, da diese sehr harten Oberflächen nicht gut geeignet sind als Schneideunterlage. Messer oder andere scharfe Küchenwerkzeuge würden innerhalb kürzester Zeit ihre Schärfe verlieren. Somit schied Stein und Glas von Beginn an für den Vergleich über hygienische Eigenschaften zu Holz aus.

7.4. Zuschnitt

Der Zuschnitt der Holz- und Kunststoffproben wurde in der hauseigenen Werkstatt vorgenommen. Alle Proben wurden an der Kreissäge zugeschnitten. Die Maße und Stückzahl ergaben sich durch die Größe des vorhandenen Materials mit Anpassung an die Nährbodenträger für den Abklatsch. Der Zuschnitt wurde so durchgeführt, dass so wenig Ausschuss wie möglich produziert wird, bei Einhaltung der Größe von den Abklatschproben. Bei zu kleiner Abklatschfläche würden sich die Ergebnisse für einen Vergleich als unbrauchbar darstellen.

7.4.1. Maße und Stückzahl

Tabelle 4: Maße und Stückzahl der Proben

Material (Firma)	Breite [mm]	Länge [mm]	Stückzahl [Stk.]
Ahorn (Acer spec.)	40	75	53
Bambus (Bambuseae)	40	50	40
Buche (Fagus sylvatica)	40	65	85
Eiche (Quercus spec.)	40	65	73
Blauer Kunststoff (Handi)	45	55	70
Gelber Kunststoff (Neoflam)	40	60	36
Weißer Kunststoff (Kasper)	40	65	40
Eiche (Quercus spec.) Hirnholz	25	65	30
Buche (Fagus sylvatica, harzimpräniert)	70	140	15

7.5. Oberfläche der Schneidbretter

Die Oberfläche ist bei der Verarbeitung und Lagerung von Lebensmittel ein entscheidender Faktor für die Verbreitung von Bakterien und Schimmelpilzen. Selbst bei hochwertigem Qualitätsmanagement können durch bereits kontaminierte Nahrungsmittel Krankheitserreger in einen Betrieb geraten und sich in der Oberfläche festsetzen. Da es aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich wäre, für jedes neue Gericht ein neues Schneidbrett zu nehmen, und somit immer eine glatte Oberfläche anzufinden, werden die zerkratzten und rauen Oberflächen weiter verwendet.

7.6. Lagerung im Klimaraum

Die Proben wurden bis zur Verwendung für die diversen Versuche im hauseigenen Klimaraum gelagert. In diesem Raum herrscht ein gleichbleibendes Klima, welches auch kontrolliert wurde. Die Temperatur beträgt 20°C und es herrscht eine relative Luftfeuchtigkeit von 65%.



Bild 1: Klimaraum

8. Krankheitserreger

In der Nahrung können Krankheitserreger wie Viren, Bakterien und Pilze vorkommen. Durch diese Erreger, deren Anzahl an Typen von Jahr zu Jahr steigt, steigt auch die Anzahl der Todesfälle durch Infektionserkrankungen. Die Ursache von Epidemien ist im Lebensmittelbereich oft der Umgang mit exotischen Nahrungsmitteln. Diese bringen in manchen Fällen Lebensmittelvergiftungen mit sich, wie zum Beispiel eine Salmonelleninfektion. Bei den vorgefertigten Nahrungsmitteln sind oft Hygienemängel bei der industriellen Herstellung, eine Gefahr von schnell einmal tausenden Menschen. Krankheitserreger sind somit speziell für Abwehrgeschwächte eine tödliche Gefahr und somit ernst zu nehmen (www.aerzteblatt.de)!

Kein ungefährliches Thema, das die Wichtigkeit des Begriffes Hygiene im Küchenbereich hervorhebt. Vor allem Großküchen sollten besonders auf Hygiene achten, um somit die Gefahr von Krankheitserregern auszuschließen.

8.1. Escherichia coli (E.coli)

Escherichia coli, welches nach dem deutschen Theodor Escherich benannt wurde, ist ein Bakterium und gehört zu der Familie der Enterobakterien (Enterobacteriaceae). Es kommt im tierischen und menschlichen Darm vor und ist damit ein Fäkalindikator. Des Weiteren ist E. coli ein stäbchenförmiges und säurebildendes Bakterium. Normalerweise zählt Escherichia coli nicht als Krankheitsauslöser, doch gibt es auch viele verschiedene pathogene Stämme. E.coli gilt als häufigster Verursacher von menschlichen Infektionskrankheiten (z.B. Wundinfektionen, Sepsis, Harnwegsinfektionen uvm.).

Für diese Untersuchung wurde ein E.coli der Firma New England Bio Labs Inc. bestellt und verwendet.

8.1.1. Merkmale

Die Form eines E.coli – Bakterium ähnelt einem zylindrischen Stäbchen mit abgerundeten Enden. Die Maße eines solchen Bakteriums beträgt in der Länge 2 – 6 μm und im Durchmesser 1,1 – 1,5 μm . Die Zelle besteht aus 70 – 85% Wasser und die Trockenmasse besteht zum Großteil aus Polymeren. Sie kommen ausschließlich in Paaren oder einzeln vor.

8.2. Nährboden

Chromocult Coliform Agar

Der Chromocult Coliform Agar ist ein gebrauchsfertiges Nährmedium in Platten. Es findet Einsatz für zahlreiche mikrobiologische Anwendungen. Es ist speziell für Escherichia coli gedacht und verfärbt sich nach dem Wachstumsprozesses, oder auch Inkubation genannt, dunkel blau bis violett.

8.2.1. Eigenschaften des Nährbodens:

Farbe des Mediums:	blassgelb
Durchmesser:	90mm
Füllung:	20ml
Gewicht:	20 \pm 2g
Haltbarkeit:	3,5 Monate

Lagerung:	8-25°C
pH:	6,8 ± 0,2

8.3. Ausstreichen

Die Escherichia coli Kolonien wurden mit Hilfe des Vereinzelungsausstreiches hergestellt. Dabei wurde der Glasstab mit einer ausgeglühten Impföse in den E. coli getaucht und danach diese Öse über den Chromocult Coliform Agar Nährboden gestrichen. Dies geschah mit dem einmaligen eintauchen 3 Mal parallel zueinander. Nach diesen 3 Strichen wurde wieder ausgeglüht und danach 3 parallele Linien im rechten Winkel auf die 3 Vorhandenen gezogen. Wichtig dabei war, dass die Impföse einmal durch alle 3, einmal durch 2 und zum Schluss durch einen der vorhandenen Striche gestrichen wurde. Dieser Vorgang wurde ein letztes Mal durch die zweiten 3 Striche durchgeführt, wie in der neben angeführten Skizze zu sehen ist. Besonders zu achten war auf das Ausglühen zwischen den 3 Vorgängen und auf die Streichrichtung, die aus der schematischen Skizze durch die Pfeile hervorgeht. Die Impföse wurde nach jedem Ausglühen in den Agar getaucht, um sie auszukühlen und so die Bakterien nicht zu zerstören.

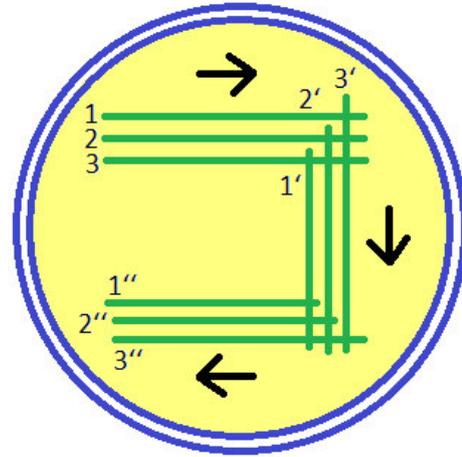


Abbildung 12: Methode zum Ausstreichen der Nährböden

8.4. Inkubation

Die Nährböden wurden nach dem Ausstreichen bei 37°C bebrütet. Bakterien, wie Escherichia coli, teilen sich etwa alle 30 Minuten unter diesen Bedingungen und so bekommt man schon nach wenigen Stunden eine Kolonie. Nach 24 Stunden wurden die ausgestrichenen Nährböden aus dem geregelten Mikroklima geholt und in einem Kühlschrank eingekühlt.

8.4.1. Lagerung im Darrschrank

Die Nährböden und Nährbodenträger wurden für die Inkubation, bei 37 °C, im Darrschrank gelagert. Da diese Proben auch eine gewisse Feuchtigkeit benötigen um sich zu vermehren, stellte das ein Problem dar. Wie bei den Vorproben beschrieben Punkt 9.2., trockneten die Nährböden aufgrund der vorhandenen Luftumwälzung des Darrschranks rasch aus. Zur Lösung dieses Problems wurde ein Exsikkator herangezogen. Dazu wurde das Blaugel aus dem unteren Teil des Exsikkators entfernt und stattdessen wurde destilliertes Wasser eingefüllt. So konnte gewährleistet werden, dass im Exsikkator zu jeder Zeit eine bestimmte Feuchtigkeit herrscht und die Nährböden nicht mehr austrocknen können. Die Proben wurden für die Inkubation jeweils für 48 Stunden im Darrschrank gelagert und anschließend ausgewertet.

9. Abklatschmethode

Der Abklatsch ist technisch gesehen eine Bestimmung über die Verunreinigung von den zu untersuchenden Proben. Anwendung findet die Abklatschmethode im Wundmanagement, bei Gebäuden, Möbel, Kleiderstücken sowie im Lebensmittelbereich. Die Schneidbretter von Gewerbebetrieben werden also auch mit diesem Verfahren überprüft. Ein Gespräch mit Frau Dkfm. Johanna Kolarik und dem Restaurantleiter Herbert Stiegler aus der Karl Kolarik's Schweizerhaus GmbH bestätigte dies. In ihrem Gasthaus werden die Schneidbretter aus Holz regelmäßig abgeklatscht und die Keimzahlen ausgewertet. Dies ist wichtig, um den Gästen hygienische Arbeitsflächen bereit zu stellen, um keine Krankheitserreger über die Nahrung aufzunehmen. Diese würden von der Oberfläche der Schneidbretter durch den direkten Kontakt übergehen und so problematisch für die Gesundheit werden.

Im Zuge dieser Arbeit wurde auch mit der Abklatschmethode gearbeitet, bei dem ein Nährboden auf eine Abklatschprobe gedrückt wird. Bei diesem Vorgang war vor allem ein gleichmäßiger Druck wichtig. Nach ein paar Sekunden wurde der Nährbodenträger wieder verschlossen und in einen Brutschrank für ca. 2-7 Tage (laut Herstellerangaben) bei 27°C senkrecht gestellt, um danach die Keimzahlen bestimmen zu können.

Auch die angefertigte Lösung wurde mit diesem Verfahren bestimmt. Hierzu wurde aber nicht im eigentlichen Sinne abgeklatscht, sondern viel mehr die Flüssigkeit über den Nährbodenträger gegossen. Wichtig hierbei war, dass die zu untersuchende Flüssigkeit über die gesamte Fläche des Trägers verteilt wurde. Danach wurde auch hier durch senkrechte Lagerung des Trägers bebrütet.

Die Auswertung der Keimzahlen geschah mittels einfachen Zählens der Kolonien. Die E. coli Kolonien zeigten sich anhand der dunkelblauen bis violetten Färbung die punktförmig mehr oder weniger auf dem Nährboden zu finden war. Zur leichteren Auswertung konnte auch mit einer Auswertetafel gearbeitet werden.

Auswertetafel:

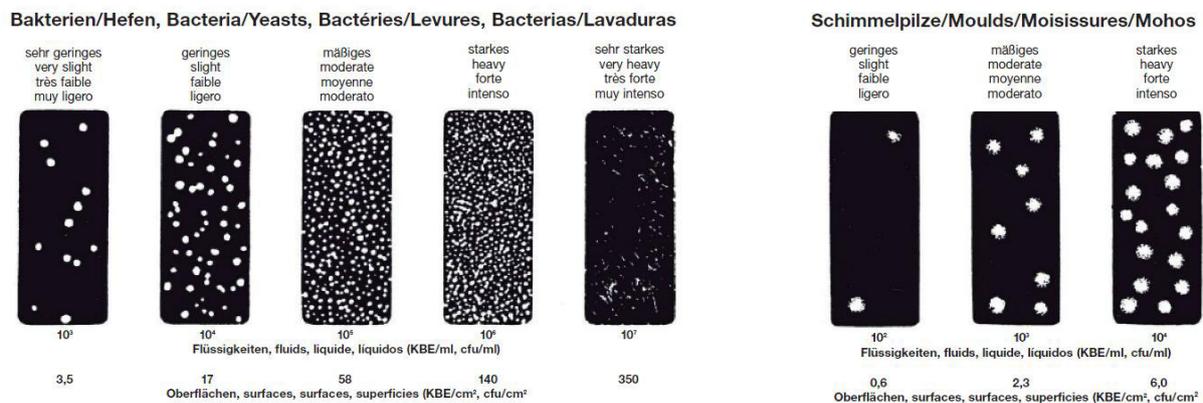


Abbildung 13: Auswertetafel zur Bestimmung der Keimzahlen aus Beilagezettel

Während der gesamten Lagerung im Haus wurde die Temperatur laufend kontrolliert (12-15°C) und die Nährböden nie mit den Fingern angegriffen. Die Nährbodenträger wurden immer aufrecht gelagert und nach Gebrauch sorgfältig vernichtet. Die Proben wurden weiters immer beschriftet und immer gut verschlossen.

9.1. Envirocheck Contact C Nährbodenträger

Der Abklatschtest mit Envirocheck Nährbodenträgern ist im Wesentlichen eine Orientierung und wird im Gesundheitsschutz und für Lebensmittel- und Hygieneverordnungen angewandt. Die Nährböden dienen dazu, die mikrobiologischen Verunreinigungen auf den Schneidbrettern sichtbar zu machen.

Gearbeitet wurde mit dem Envirocheck Contact C (Gesamtcoliforme/E. coli) der Flüssigkeiten und Oberflächen testen kann. Somit konnte die angefertigte Lösung bestehend aus den E. coli Kolonien und destilliertem Wasser auch getestet werden. Für die verschiedenen Schneidbretter, die mit E. coli verunreinigt wurden, ist dieser Träger gut geeignet, da er mit Chromocult Coliform-Agar für den Nachweis von Coliformen und E. coli in Wasser und Lebensmitteln beschichtet war.

Zusätzliche Daten:

Zusammensetzung:

1. Seite: Beschichtet mit Plate Count-Agar zur Bestimmung der aeroben Gesamtkeimzahl.
2. Seite: Beschichtet mit Chromocult Coliform-Agar für den gleichzeitigen Nachweis von Coliformen und E. coli in Wasser und Lebensmitteln.

Inkubation: In aufrechter Position bei 35-37°C

E.coli kann zusätzlich durch Zugabe von KOVACS-Indol Reagenz bestätigt werden. Dabei wurde es direkt auf die Kolonie aufgetragen (positiv: Indol-Reaktion: Rotfärbung).

9.1.1. Vernichtung

Die Vernichtung der bewachsenen Nährbodenträger ist besonders wichtig, da die Keime für die Gesundheit des Menschen eine Gefährdung darstellen. Laut Herstellerangaben kann dies durch Autoklavierung, Verbrennung oder durch einlegen in ein geeignetes Desinfektionsmittel geschehen. In dieser Diplomarbeit wurden die getesteten Nährböden in einem Autoklaven vernichtet. Dabei wurden die getesteten und ausgewerteten Nährböden für etwa 20 Minuten in diesem Gerät bei 120°C und 20bar gelegt. In den Autoklaven selbst wurde destilliertes Wasser gegeben, um Wasserdampf zu erzeugen. Nach dem Abkühlen wurden die abgestorbenen Böden samt Träger entsorgt und stellten keine Gefährdung mehr da.



Abbildung 14: Autoklav zur Vernichtung der der Nährbodenträger



Bild 2: getestete Nährbodenträger

10. Reinigung

Großen Anteil an der Hygiene von Schneidbrettern nimmt die Reinigung nach dem Benützen dieser Schneidhilfen ein. Es macht einen Unterschied ob Schneidbretter, sowohl aus Holz als auch aus Kunststoff, mit heißem oder kaltem Wasser ab gespült und oder ohne Geschirrspülmittel gesäubert werden. Schneidbretter aus Holz werden zumeist mit heißem Wasser und Geschirrspülmittel gereinigt, maschinelle Geschirrspüler eignen sich dazu eher weniger da die Bretter aus Holz in der Maschine mehr unter der Feuchtigkeit leiden als gewöhnliche Kunststoffschneidbretter. Bei Schneidbrettern aus Kunststoff hingegen ist es kein Problem diese in der Maschine zu reinigen.

10.1. Wirkungsweise von Seife bzw. Spülmittel

Die Reinigungskraft von Seifen beruht auf dem Aufbau des Anions (R-COO-), das aus einem hydrophoben langen Rest (R) und einer hydrophilen Carboxyl-Gruppe (-COO-) zusammengesetzt ist. Ohne toxische Zusätze verfügen Spülmittel über keine antimikrobielle Wirkung. Das Ablösen von Schmutzteilchen beruht auf der Wechselwirkung zwischen dem hydrophoben langen Rest (R) und der ebenfalls hydrophoben Verschmutzung durch Talg oder Schweiß. Der hydrophobe Rest der Seife lagert sich an der Verschmutzung an, während die hydrophile Gruppe mit der polaren wässrigen Phase in Wechselwirkung steht. Hierdurch können hydrophobe Partikel in Lösung gebracht werden (**Stefan Gebken, 2004**).

Verwendetes Geschirrspülmittel:

Pril Original: Inhaltstoffe

(lt. Hersteller): 5 – 15 % anionische Tenside
< 5 % amphotere Tenside
Konservierungsmittel (2 – Bromo – 2 – Nitropropane –
1,3 – diol, Methylchloroisothiazolinone, Methyliso -
thiazolinone)
Duftstoffe (Limonen)

Dosierung (lt. Hersteller): 1ml auf 1l Wasser = 1:1000 (höchste Fettlösekraft)

10.1.1. Reinigungsverfahren

Zur Reinigung wurden jeweils neun Proben von Ahorn (*Acer spec.*), Buche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus spec.*), Bambus (*Bambuseae*), blauem Kunststoff, weißem Kunststoff und gelbem Kunststoff gereinigt. Diese neun Proben wurden dann nochmal aufgeteilt auf jeweils drei die mit kaltem Wasser (11°C), drei die mit heißem Wasser (54°C) und drei die mit heißem Wasser und Geschirrspülmittel ab gespült wurden. Für letzteres wurde ein Schwamm hergenommen um das dosierte Geschirrspülmittel einzuarbeiten.

10.1.2. Durchführung

Die insgesamt 63 Proben wurden auf der Oberfläche behandelt (siehe Punkt 9.3.1) und anschließend mit der hergestellten Testlösung infiziert. Nach dem Auftragen und Verstreichen der Lösung wurde das Leitungswasser mit dem gespült wurde, ebenfalls auf die Keimbelastung getestet, die negativ ausfiel. Nach weiteren fünf Minuten wurden jeweils die

ersten sechs Proben, mit kaltem und heißem Wasser abgespült. Die Proben wurden nur für drei Sekunden unter stark fließendes Wasser gehalten. Die jeweils letzten drei Proben, die zusätzlich mit Geschirrspülmittel gereinigt wurden, wurden mittels Schwamm gesäubert. Sofort nach dem Reinigen wurden die Proben noch im nassen Zustand, nicht abgetrocknet, auf ihre Keimbelastung mittels Abklatschmethode getestet. Die Werte sollten ein geeignetes Reinigungsverfahren durch niedrige Werte darstellen und Unterschiede zu den Materialien zeigen.



Bild 3: Ort für Reinigungsversuche

11. Methode

Um ein möglichst praxisnahes Ergebnis zu erhalten wurde nach einem geeigneten Versuchsablauf gesucht.

Die in dieser Diplomarbeit verwendete Methode sollte einen Tropfen kontaminiertes Wasser nachstellen, der in Kontakt mit einem Schneidbrett kommt. Dies könnte durch Spritzer oder direkten Kontakt durch Lebensmittel oder Handflächen geschehen. Wie es auch im Haushalt vorkommen könnte, ist der Tropfen nicht sofort weggewischt worden, sondern die Bakterien hatten einen gewissen Zeitraum um sich zu vermehren oder abzusterben. Das Schneidbrett könnte nach dem Waschen mit dem Tropfen unwissentlich in Kontakt gekommen sein und danach im Schrank verstaut werden. Erst nach einem oder zwei Tagen ist es wieder in Gebrauch und somit die Keimzahl, von eventuellen Krankheitserregern, von Bedeutung. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Holzarten Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Ahorn (*Acer spec.*) und Eiche (*Quercus spec.*) sowie Bambus (*Bambuseae*) herangezogen. Weiters wurde das Verhalten von harzprägnierten Oberflächen an Hand von einer Rotbuche geprüft, um dieses bakterielle Verhalten mit dem unbehandelten Rotbuchenproben zu vergleichen. Zu den natürlichen Proben wurden auch verschiedene Kunststoffe aus verschiedenen Preiskategorien mit *E. coli* (*Escherichia Coli*) kontaminiert. Dieser Testkeim wurde gewählt, um einen hygienisch relevanten Vertreter zu verwenden, der eigens bebrütet wurde. Danach wurde eine Lösung aus 1×10^7 Kolonien bildenden Einheiten (KBE) hergestellt. Diese konnte später auf die zu testenden Proben, bei 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75%, aufgebracht werden. Nach gewissen Zeitabständen konnten mit der Abklatschmethode die Keimzahlen bestimmt werden. Dies geschah nach 5 Minuten, nach 30 Minuten, nach 1 Stunde, nach 5 Stunden, nach 24 Stunden (1Tag), nach 48 Stunden (2Tage) und nach 168 Stunden (1Woche).

Danach wurde auch eine Versuchsreihe mit behandelten Oberflächen durchgeführt (siehe Punkt 9.3.1) und auch die Reinigung der Proben mit verschiedenen Verfahren getestet (siehe 9.3).

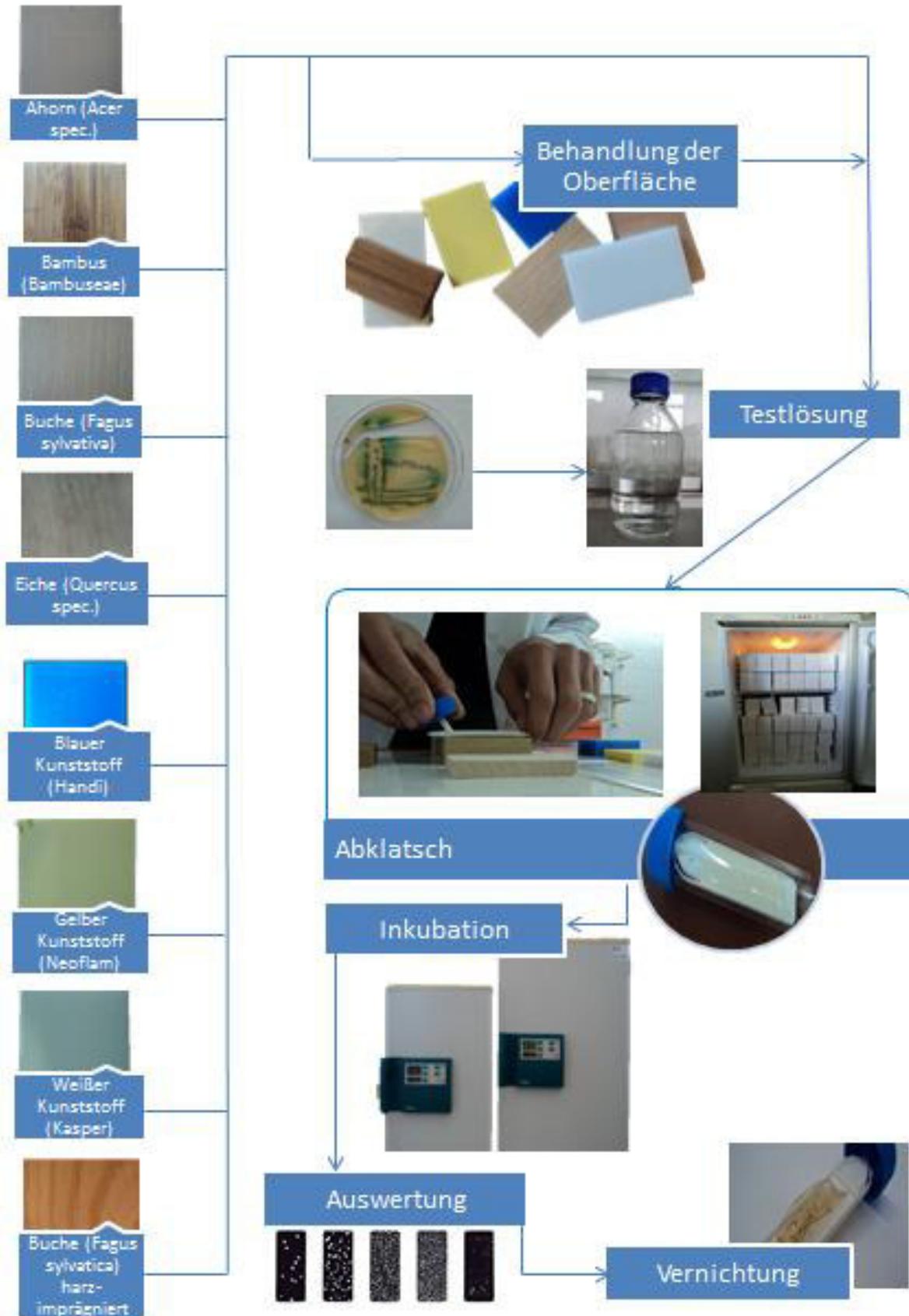


Bild 4: Arbeitsablauf

11.1. Herstellung der Lösung

Für die Versuche wurde von den E. coli Keimen eine Lösung hergestellt. Dabei wurden die ausgestrichenen und bebrüteten Testkeime aus den Nährböden genommen. Als nächstes wurde mit einer ausgeglühten aber abgekühlten Platindrahtöse in die ausgestrichenen Stellen der Nährböden getaucht und anschließend in destilliertes Wasser getunkt. Das Ausglühen der Öse geschah durch mehrmaliges glühen in der Flamme eines Bunsenbrenners und danach wurde die Öse noch ein paar Sekunden an der Luft abgekühlt. Der Behälter war eine Glasflasche und umfasste 1000ml (für ca. 400 Proben mit 2ml Testlösung + ca. 50ml für die Überprüfung der Lösung= 850 und eine Reserve). Siehe dazu auch Abbildung 15.

Mit der Hilfe von Vorproben mit 100ml Glasflaschen konnte durch mehr oder weniger oftmaliges eintunken der Platindrahtöse eine bestimmte Anzahl ermittelt werden. Die Keimzahlen der Lösungen wurden mittels Nährbodenträgern bestimmt und verglichen. Danach wurde eine gewählt, bei der die Anzahl der Kolonien für eine Weiterverarbeitung relevant war. Sie sollte etwas höher sein, um eine größere Wahrscheinlichkeit des Überlebens auf den Proben zu gewährleisten.

Die Anzahl für eine brauchbare Lösung betrug bei den kleineren Behältern 25. Durch einfaches hochrechnen auf die benötigten 1000ml wurde somit die Anzahl 250 festgelegt. Die Lösung wurde ebenfalls mit den Nährbodenträgern überprüft. Dazu wurde ein Teil der Flüssigkeit über diesen gegossen und anschließend 48h bebrütet.

Somit erhielt man eine Ausgangskeimzahl von 10^7 Koloniebildenden Einheiten[KBE/ml].

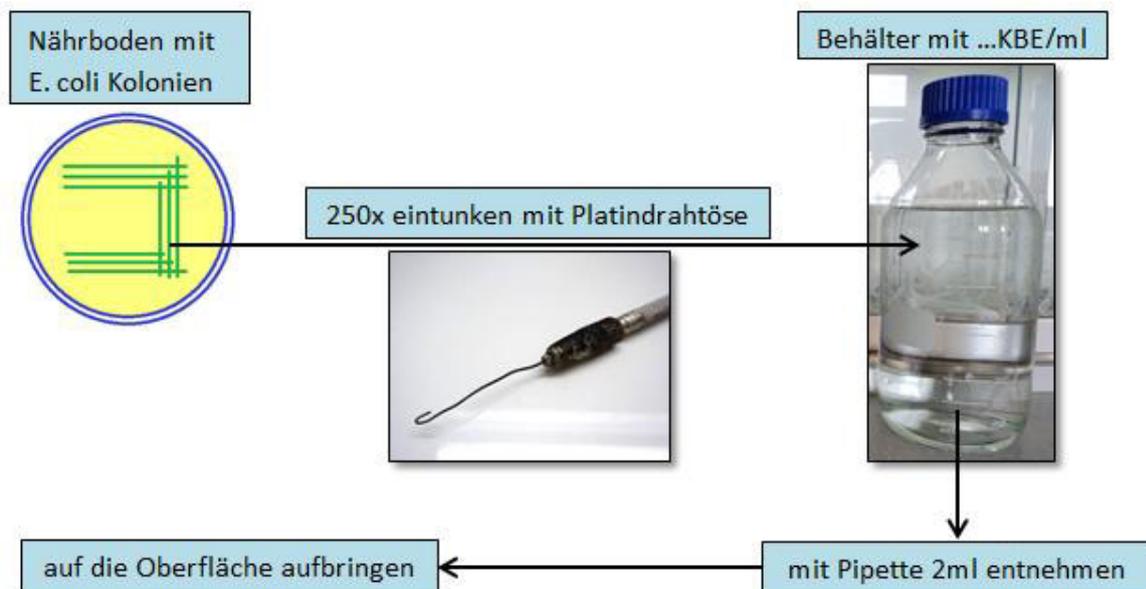


Abbildung 15: Methode zur Herstellung der Testlösung

11.1.1. Auftragen der Lösung

Da die Lösung, besonders auf den Kunststoffproben, sich nicht gut verstreichen ließ, wurde mit einer Spachtel und einem Pinsel aus Kunststoffborsten, der nicht saugfähig war, nachgeholfen. Die Testlösung konnte somit über die gesamte Fläche verteilt werden, ohne, dass sich eine 2ml große Perle in der Mitte befand. Diese würde das Ergebnis verfälschen, da der Nährbodenträger auch Stellen testen würde, an denen es zu keinem Kontakt mit der Lösung kam.



Abbildung 16: Hilfsmittel zum Auftragen der Testlösung

11.2. Vorproben

Die ersten Vorproben wurden am 10. November 2011 durchgeführt. Es wurde ein E.coli der Firma VWR, auf Nährböden, ebenfalls der Firma VWR, ausgestrichen. Diese Nährböden wurden im Darrschrank bebrütet, da der Autoklav nicht funktionsfähig war. Die Proben wurden bei 37° Celsius im Darrschrank gelagert, da laut Firmenangaben diese Temperatur ideal für die Vermehrung der Bakterien ist. Einen Tag darauf wurden die Nährböden auf Bakterienvermehrung kontrolliert. Da erwies sich, dass alle Proben vertrocknet waren und damit scheiterten die ersten Versuche.

Nach reichlicher Überlegung und Recherche konnte der Fehler gefunden werden. Da die Nährböden und das E.coli-Bakterium eine bestimmte Feuchtigkeit zur Vermehrung brauchen, stimmte das Klima nicht mit dem in der Firmenangabe angegebenen Klima überein, da der Darrschrank eine Luftumwälzung besitzt. Das heißt der Schrank entzieht dem Nährboden die Feuchtigkeit und bringt diese feuchte Luft direkt aus dem inneren des Darrschrankes heraus. Nach dem Entdecken dieses Fehlers in der Durchführung wurden gleich darauf nochmals Proben erstellt und in den Darrschrank gelegt. Zur Lösung des Problems wurde eine Schüssel voll mit Wasser zu den Proben gelegt, um eine künstlich Feuchtigkeit in den Darrschrank zu bekommen. Da das Wasser aber noch am selben Tag im Schrank verdunstet war, wurde diese Methode ausgeschlossen.

Nach weiterer Überlegung wurde dann ein Exsikkator zur Lösung des Problems herangezogen. Das Blaugel, das sich im unteren Teil eines Exsikkators befindet wurde entnommen und stattdessen wurde destilliertes Wasser hineingefüllt. Die nächsten Proben wurden dann im oberen Teil des Exsikkators gelagert und der ganze Vakuum-Exsikkator wurde dann in den Darrschrank gelegt. So konnte die Feuchtigkeit im Exsikkator gehalten werden und das erforderte Klima konnte umgesetzt werden.

Somit konnten die ersten erfolgreichen Vorversuche am 18. November 2011 durchgeführt werden.



Dicht- und Schmiermittel zwischen Deckel und Behälter auftragen um dicht zu halten
→ Verhinderung der Austrocknung
für Glas, darf nicht verdampfen oder austrocknen
Vakuumbeständig und bis mind. 37°C einsetzbar

Exsikkator mit Zwischenboden, auf dem die Nährböden und Nährbodenträger gestellt, und zusammen in den Darrschrank zum Erwärmen gestellt

unteren Teil mit destilliertem Wasser auffüllen, um die Feuchtigkeit für das Wachstum der Keime zu gewährleisten

Abbildung 17: Aufbau des Exsikkator für Bebrütung der Nährböden

11.3. Reinigung der Oberfläche

Bei dieser Untersuchung wurde ein Teil der Proben nach dem Verunreinigen mit E. coli mit kaltem Wasser abgespült, der zweite Teil mit heißem Wasser und der dritte Teil mit warmen Wasser in Kombination mit Geschirrspülmittel. Die Proben wurden an der Oberfläche behandelt, da nur so die Ergebnisse einen brauchbaren Aussagewert hatten.

11.3.1. Bearbeitung der Oberfläche

Die Oberflächen der zu untersuchenden Proben wurden deshalb auch bearbeitet um ein realistisches Ergebnis zu erhalten. Mit Hilfe dieses Vorganges konnte der Einfluss von Rillen, Ritzen, Spalten und Löchern in der Oberfläche auf ihre hygienischen Eigenschaften getestet werden, um einen möglichen Unterschied feststellen zu können.

Zur Erzielung einer praxisentsprechenden Schneidbrettprobe wurden mittels einer 4-reihigen Drahtbürste die Oberflächen, der zu untersuchenden Versuchsreihe behandelt. Anschließend wurde mit einem Pizzarad über die Probe gerollt um tiefere Einschnitte zu bekommen. Bei beiden Werkzeugen wurde sowohl in und gegen die Faserrichtung gearbeitet als auch schräg dazu.

Die händische Bearbeitung konnte natürlich Abweichungen mit sich bringen. Diese lagen möglicherweise in der genauen Anzahl der Rillen. Es wurde hier auf eine exakte Anzahl der Handbewegungen und auf gleichmäßigen Druck geachtet. Die Eindringtiefe des Pizzarades bei den verschiedenen Materialien hatte auch Abweichungen. Hier wurden die Vorteile der härteren Proben miteinbezogen und somit die, im Vergleich geringeren Einschnitttiefen bei gleichem Druck belassen.

Die Werkzeuge wurden stets von Verunreinigungen, die durch den Abtrag an Material der Proben entstanden, befreit und bei Notwendigkeit geschliffen um hier nicht noch weitere Abweichungen zu erhalten.



Abbildung 18: Hilfsmittel zur Bearbeitung der Oberfläche

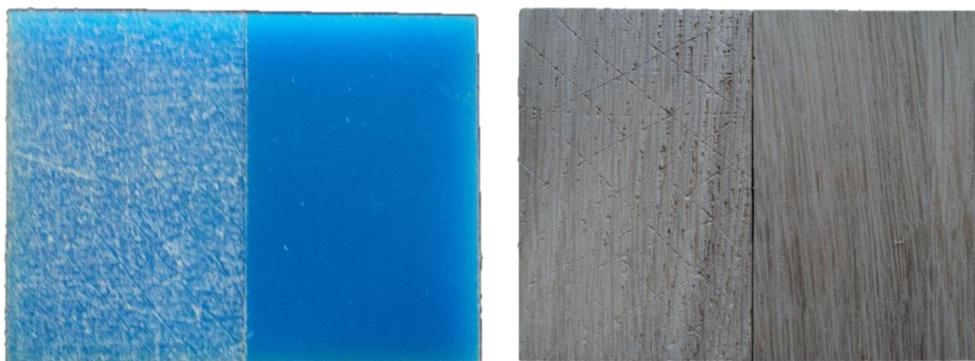


Abbildung 19: Unterschied zwischen un- und behandelten Oberflächen

11.4. Kontakt mit Flüssigkeit

Die Feuchte ist ein entscheidender Parameter für das Überleben von Krankheitserregern und wurde durch einfaches auftröpfeln und anschließendes stoppen der Zeit ermittelt. Auf jedes der verschiedenen Proben (außer harzimprägnierte Rotbuche) wurde ein Tropfen aus 2ml Testlösung pipettiert. Die Zeit vom ersten Kontakt bis zur wieder vollständig trockenen Oberfläche wurde gemessen. Auf die Art der Tropfenbildung und auf das Eindringverhalten wurde besonderes Augenmerk gelegt. Weiters wurde das Verhalten von bearbeiteten Oberflächen nach demselben Schema ermittelt und auf Unterschiede verglichen, wobei die glatte Oberfläche vielleicht für die Praxis wenig relevant wäre.

11.4.1. Hirnholz

Im Handel sind oft auch Schneidbretter, die quer zur Faser durchgeschnitten sind und die Schnittfläche als Arbeitsunterlage dient, zu finden. Oft wird diese Seite als Hirn- oder Stirnholz bezeichnet und ist an den Kreisen der Jahrringe zu erkennen. Die einzelnen aneinander geordneten Querschnitte sind optisch ansprechend und wurden in dieser Arbeit ebenfalls untersucht. Anhand von Eiche (*Quercus spec.*) wurde die Trocknungszeit bestimmt und Vergleiche zu den anderen Eichenproben aufgestellt.

11.5. Methode zum Nachweis von Bisphenol A

Zur Bestimmung von Bisphenol A in den Kunststoffen wurde ein Gaschromatograph (GC) verwendet. Der Sinn einer Chromatographie besteht darin, schwer trennbare Stoffgemische in ihre Komponenten zu zerlegen. Das Stoffgemisch bestand in diesem Fall aus zerkleinerten Kunststoffschichten, die in Ethanol (C_2H_5OH) eingelegt waren. Da sich Bisphenol A in Alkoholen löst, konnte die entstandene Flüssigkeit geprüft werden.

In weiterer Folge wurde eine Methode am Gerät selber eingerichtet, zur Bestimmung von Bisphenol A. Anhaltspunkt für die Einstellungen ergaben sich aus den Eigenschaften laut Tabelle Nr.5.

Methode am Gaschromatograph (AutoSystem XL GC PERKIN ELMER)

Tabelle 5: Eingestellte Methode am Gaschromatograph

Temperatur 1	80°C
halten der Temperatur 1	1 Minute
Temperatur pro Zeiteinheit	10°C/min
Temperatur 2	285°C
halten der Temperatur 2	3,5 Minuten
Injektor Temperatur	280°C
FID	300°
Druck	120kPa
Split	splitless
Int. Atten	4
Thrsh	6
FID Range	1

Die Reduktionsventile der Gasflaschen und das Entzünden der Flamme mittels FID wurde laut Herstellerangaben durchgeführt. Die Ausdrücke konnten durch Wahl der gleichen Skalierung verglichen werden. Somit konnte der blaue, der weiße und der gelbe Kunststoff separat voneinander auf Bisphenol A untersucht werden.

nicht signifikant identifizierbar

11.6. Apparaturen

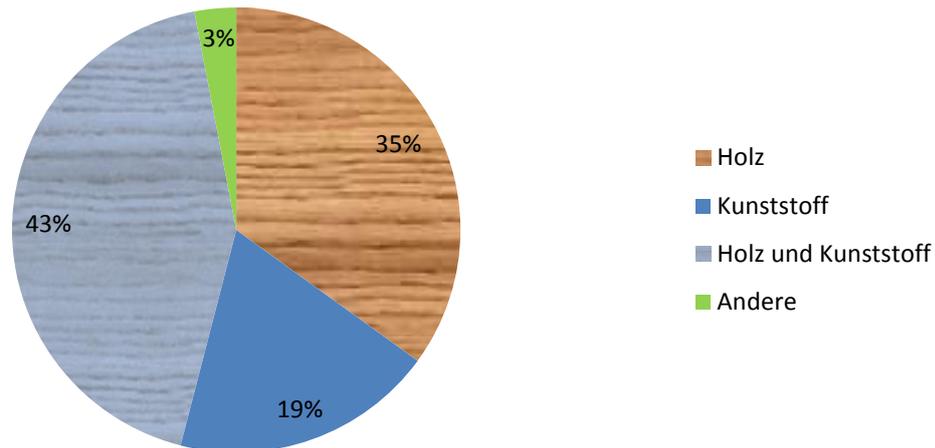
Zur Durchführung der verschiedenen Arbeitsschritte und Versuche wurden die folgenden Apparaturen oder Geräte verwendet.

- Darrschrank
- Exsikkator
- Impföse
- Drahtbürste
- Pizzarad
- Stemmeisen
- Bunsenbrenner
- Kreissäge
- E.coli
- Pipette
- Pinsel
- Spachtel
- Nährböden
- Nähbodenträger
- Elektrischer Klimamesser
- Kühlschrank
- Klimaraum
- Autoklav
- Gaschromatograph
- Reinigungsmittel
- Schwamm
- verschiedene Chemikalien

12. Ergebnisse

12.1. Ergebnisse der Umfrage

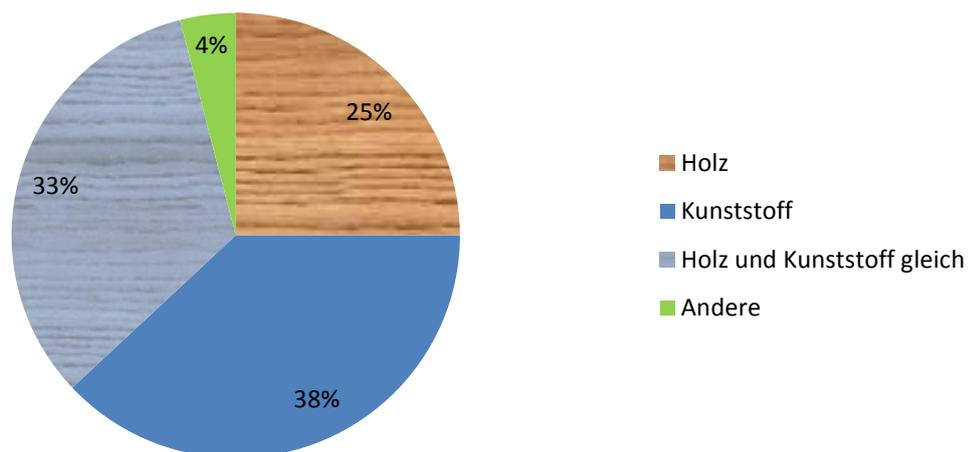
Umfrage über das Schneidbrettmaterial im eigenen Haushalt



Anzahl der Befragten: 100

Grafik 2: Ergebnis der Umfrage: Welches Schneidbrett haben Sie privat?

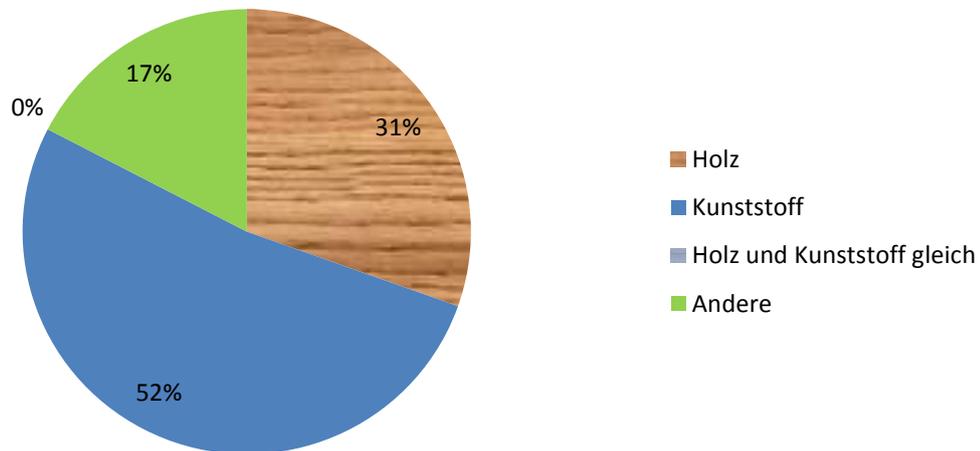
Umfrage über die Einschätzung, welches Material hygienischer ist



Anzahl der Befragten: 100

Grafik 3: Ergebnis der Umfrage: Welches Schneidbrett ist hygienischer?

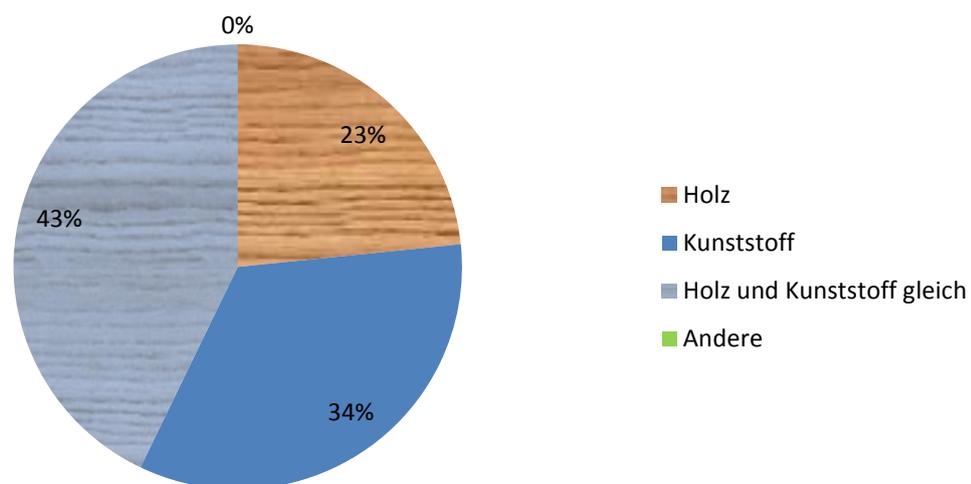
Umfrage über die Einschätzung, welches Material hygienischer ist (unter 25 Jahre) alt



Anzahl der Befragten: 23

Grafik 4: Ergebnis der Umfrage (unter 25 Jahre): Welches Schneidbrett ist hygienischer?

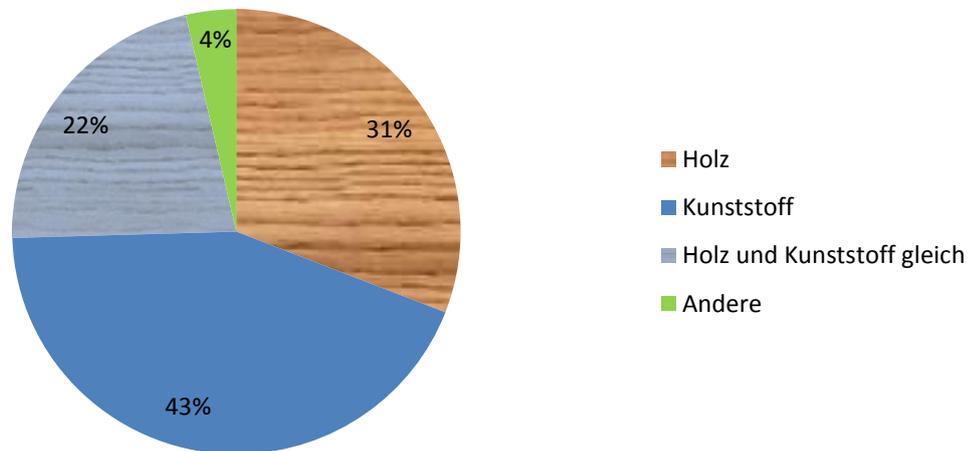
Umfrage über die Einschätzung, welches Material hygienischer ist (ab 25 Jahre)



Anzahl der Befragten: 77

Grafik 5: Ergebnis der Umfrage (ab 25 Jahre): Welches Schneidbrett ist hygienischer?

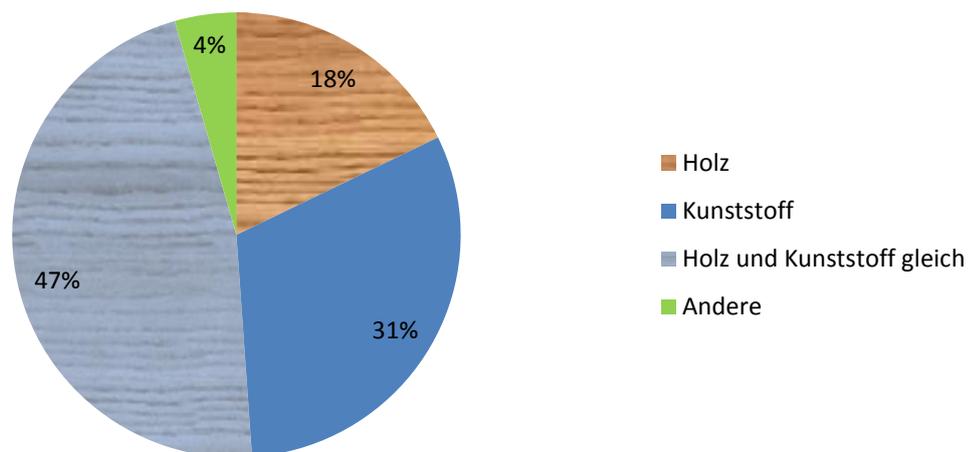
Umfrage über die Einschätzung, welches Material hygienischer ist (Frauen)



Anzahl der Befragten: 55

Grafik 6: Ergebnis der Umfrage (Frauen): Welches Schneidbrett ist hygienischer?

Umfrage über die Einschätzung, welches Material hygienischer ist (Männer)



Anzahl der Befragten: 45

Grafik 7: Ergebnis der Umfrage (Männer): Welches Schneidbrett ist hygienischer?

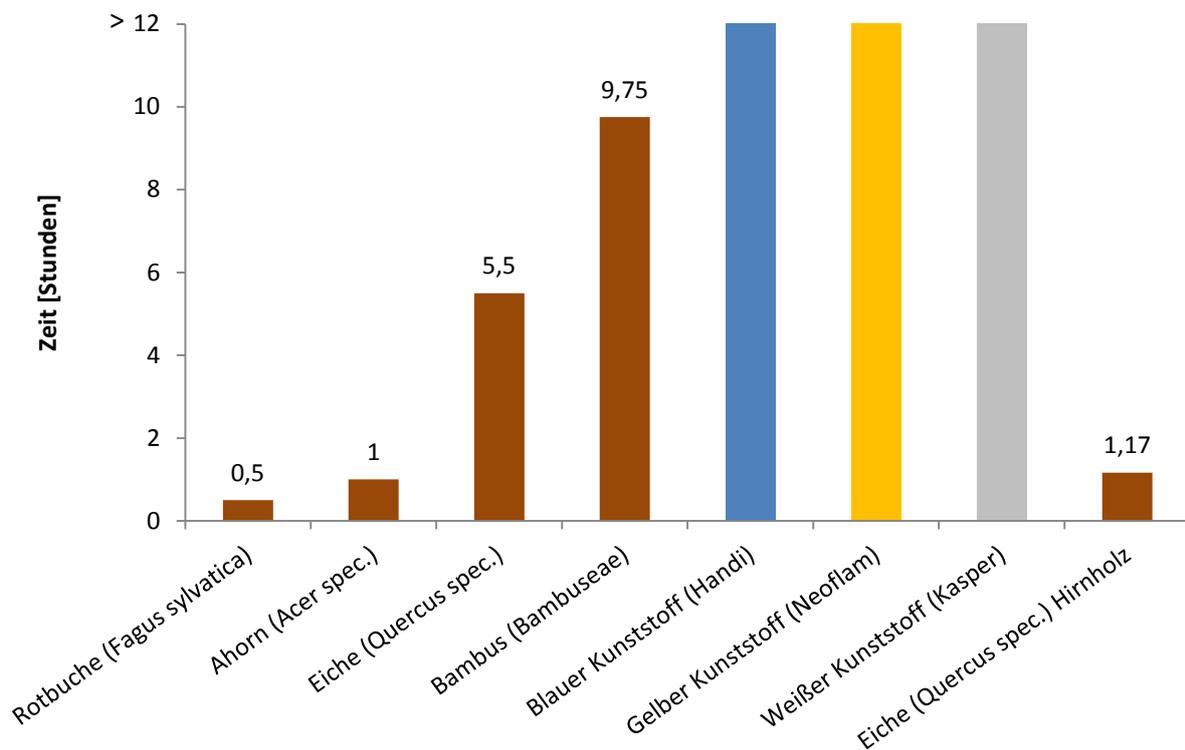
12.2. Wirkung bei Kontakt mit Flüssigkeiten

12.2.1. unbehandelte Oberfläche

Tabelle 6: Trocknungszeit der Proben mit unbehandelter Oberfläche

Probe	Oberfläche	Tropfenbildung Ja/Nein	Art des Eindringens	Zeit bis zum Austrocknen
Rotbuche (Fagus sylvatica)	unbehandelt	Ja	langsam	30min
Ahorn (Acer spec.)	unbehandelt	Nein	sofort	1h
Eiche (Quercus spec.)	unbehandelt	Ja	sehr langsam	5h 30min
Bambus (Bambuseae)	unbehandelt	Ja	sehr langsam	9h 45min
Blauer Kunststoff (Handi)	unbehandelt	Ja	kein Eindringen	> 12h
Gelber Kunststoff (Neoflam)	unbehandelt	Ja	kein Eindringen	> 12h
Weißer Kunststoff (Kasper)	unbehandelt	Ja	kein Eindringen	> 12h
Eiche (Quercus spec.) Hirnholz	unbehandelt	Ja	schnell	1h 10min

Trocknungszeit von unbehandelten Oberflächen



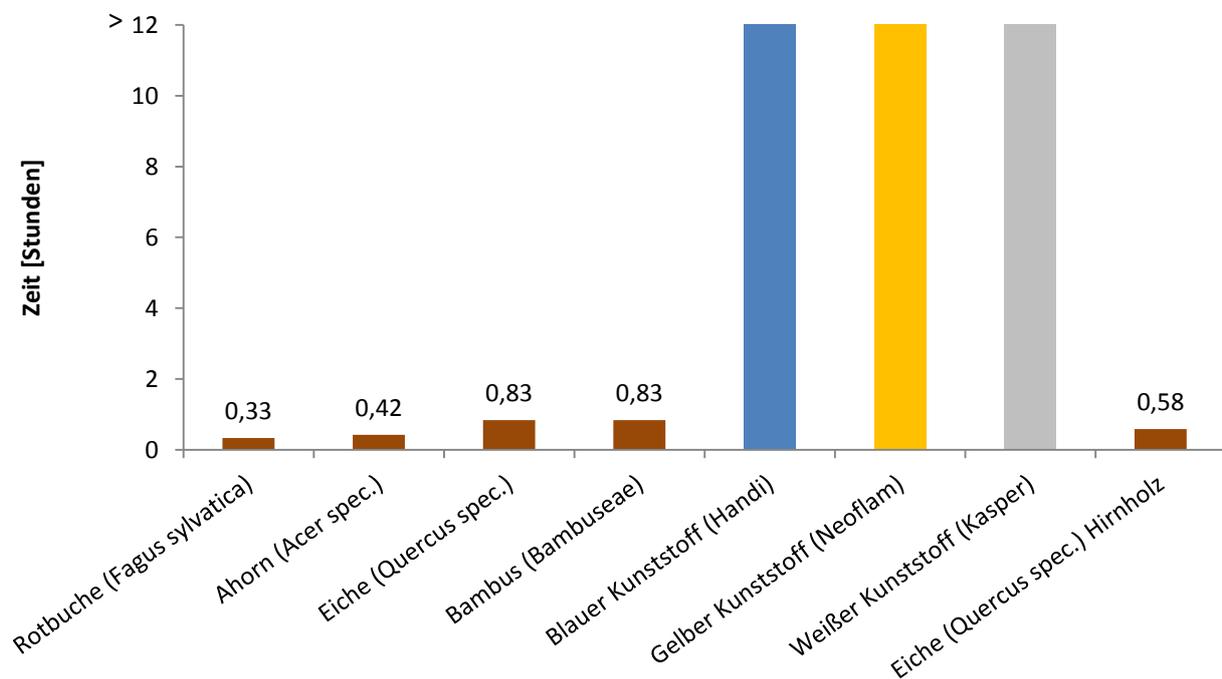
Grafik 8: Trocknungszeit von unbehandelten Oberflächen im Vergleich

12.2.2. behandelte Oberfläche

Tabelle 7: Trocknungszeit der Proben mit behandelter Oberfläche

Probe	Oberfläche	Tropfenbildung Ja/Nein	Art des Eindringens	Zeit bis zum Austrocknen
Rotbuche (Fagus sylvatica)	behandelt	Nein	sofort	20min
Ahorn (Acer spec.)	behandelt	Nein	sofort	25min
Eiche (Quercus spec.)	behandelt	Nein	sofort	50min
Bambus (Bambuseae)	behandelt	Nein	sofort	50min
Blauer Kunststoff (Handi)	behandelt	Ja	kein Eindringen	> 12h
Gelber Kunststoff (Neoflam)	behandelt	Ja	kein Eindringen	> 12h
Weißer Kunststoff (Kasper)	behandelt	Ja	kein Eindringen	> 12h
Eiche (Quercus spec.) Hirnholz	behandelt	Nein	sofort	35min

Trocknungszeit von behandelten Oberflächen



Grafik 9: Trocknungszeit von behandelten Oberflächen im Vergleich



Bild 5: Holzproben mit unbehandelter Oberfläche sofort nach dem Kontakt mit einer Flüssigkeit



Bild 6: Kunststoffproben mit unbehandelter Oberfläche sofort nach dem Kontakt mit einer Flüssigkeit



Bild 7: Holzproben mit behandelter Oberfläche sofort nach dem Kontakt mit einer Flüssigkeit



Bild 8: Kunststoffproben mit behandelter Oberfläche sofort nach dem Kontakt mit einer Flüssigkeit

12.3. Keimreduktion auf den Proben mit unbehandelter Oberfläche

12.3.1. Keimreduktion auf den unbehandelten Proben tabellarisch

Tabelle 8: Keimreduktion auf Rotbuche

Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	17	3,5	3,5	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	58	3,5	0	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	58	3,5	3,5	3,5	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	58	0	0	0	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	17	0	0	0	0	0
Mittelwerte			41,6	2,1	1,4	0,7	0	0
Spannweite			41	3,5	3,5	3,5	0	0
Standardabweichung			22,46	1,92	1,92	1,57	0	0

Tabelle 9: Keimreduktion auf harzimprägnierter Rotbuche

Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>) harzimprägniert			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	350	140	3,5	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	140	3,5	0	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	350	58	0	0	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	350	58	3,5	0	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	140	3,5	0	0	0	0
Mittelwerte			266	52,6	1,4	0	0	0
Spannweite			210	136,5	3,5	0	0	0
Standardabweichung			115,02	55,94	1,92	0	0	0

Tabelle 10: Keimreduktion auf Ahorn

Ahorn (<i>Acer spec.</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	58	3,5	0	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	58	0	0	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	58	3,5	0	0	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	58	3,5	3,5	3,5	3,5	0
5	unbehandelt	10 ⁷	58	3,5	0	0	0	0
Mittelwerte			58	2,8	0,7	0,7	0,7	0
Spannweite			0	3,5	3,5	3,5	3,5	0
Standardabweichung			0	1,57	1,57	1,57	1,57	0

Tabelle 11: Keimreduktion auf Eiche

Eiche (<i>Quercus spec.</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	140	3,5	0	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	58	0	0	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	140	3,5	0	0	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	17	0	0	0	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	17	0	0	0	0	0
Mittelwerte			74,4	1,4	0	0	0	0
Spannweite			123	3,5	0	0	0	0
Standardabweichung			62,18	1,92	0	0	0	0

Tabelle 12: Keimreduktion auf Eichenhirnholz

Eiche (<i>Quercus spec.</i>) Hirnholz			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	17	3,5	0	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	58	0	0	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	58	0	0	0	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	140	3,5	0	0	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	17	0	0	0	0	0
Mittelwerte			58	1,4	0	0	0	0
Spannweite			123	3,5	0	0	0	0
Standardabweichung			50,21	1,92	0	0	0	0

Tabelle 13: Keimreduktion auf Bambus

Bambus (<i>Bambuseae</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	58	58	3,5	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	140	17	0	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	140	140	3,5	0	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	58	17	0	0	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	140	58	0	0	0	0
Mittelwerte			107,2	58	1,4	0	0	0
Spannweite			82	123	3,5	0	0	0
Standardabweichung			44,91	50,21	1,92	0	0	0

Tabelle 14: Keimreduktion auf blauem Kunststoff

Blauer Kunststoff (Handi)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	350	350	350	3,5	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	350	350	58	0	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	3,5	3,5	0
5	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	3,5	0	0
Mittelwerte			350	350	165,6	2,1	0,7	0
Spannweite			0	0	292	3,5	3,5	0
Standardabweichung			0	0	109,03	1,92	1,57	0

Tabelle 15: Keimreduktion auf gelbem Kunststoff

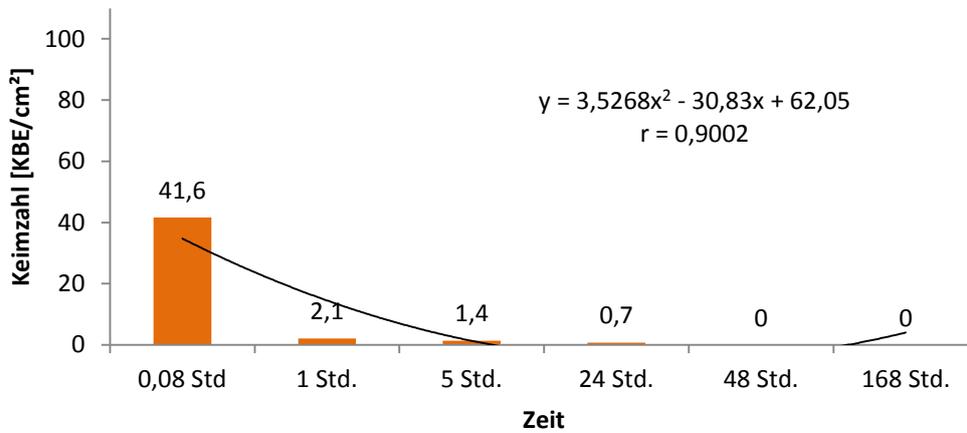
Gelber Kunststoff (Neoflam)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	3,5	3,5	0
2	unbehandelt	10 ⁷	350	350	58	0	0	0
3	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	3,5	0	0
4	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	17	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	350	350	3,5	0	0	0
Mittelwerte			350	350	96,3	4,8	0,7	0
Spannweite			0	0	136,5	17	3,5	0
Standardabweichung			0	0	62,86	7,04	1,57	0

Tabelle 16: Keimreduktion auf weißem Kunststoff

Weißer Kunststoff (Kasper)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
1	unbehandelt	10 ⁷	350	350	58	0	0	0
2	unbehandelt	10 ⁷	350	350	350	3,5	3,5	0
3	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	17	3,5	0
4	unbehandelt	10 ⁷	350	350	140	0	0	0
5	unbehandelt	10 ⁷	350	350	350	3,5	0	0
		Mittelwerte	350	350	207,6	4,8	1,4	0
		Spannweite	0	0	292	17	3,5	0
		Standardabweichung	0	0	134,23	7,04	1,92	0

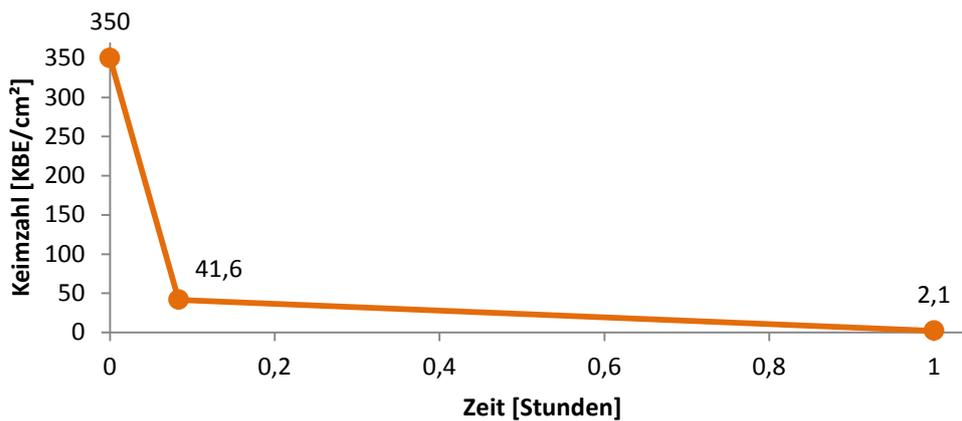
12.3.2. Keimreduktion auf Rotbuche (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Rotbuche



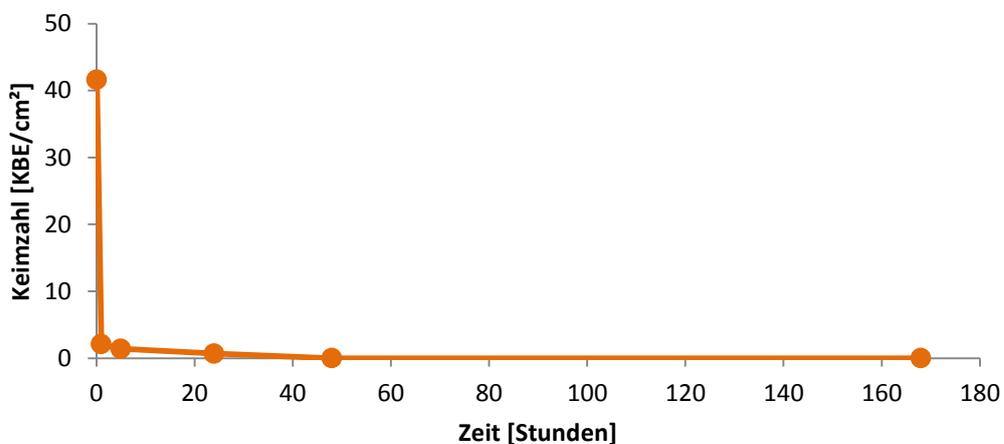
Grafik 10: : Keimreduktion auf Rotbuche (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Stunde



Grafik 11: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

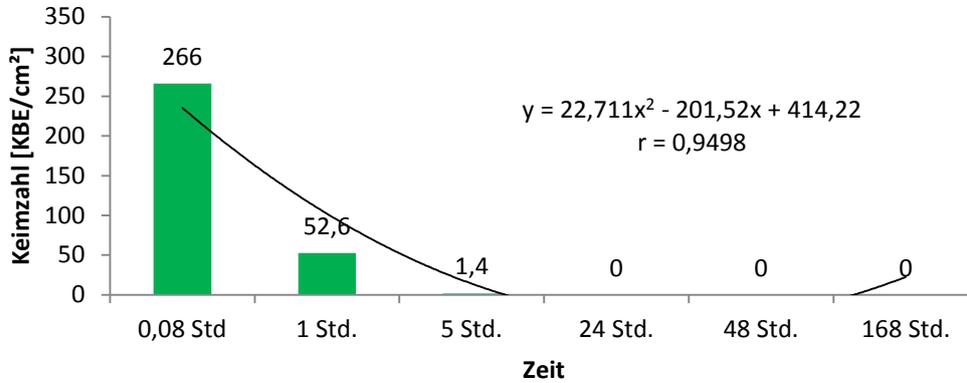
Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Woche



Grafik 12: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

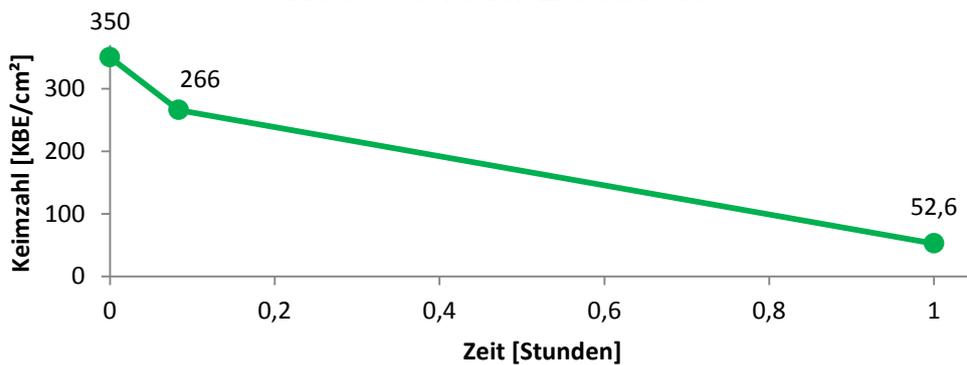
12.3.3. Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf harzimprägnierter Rotbuche



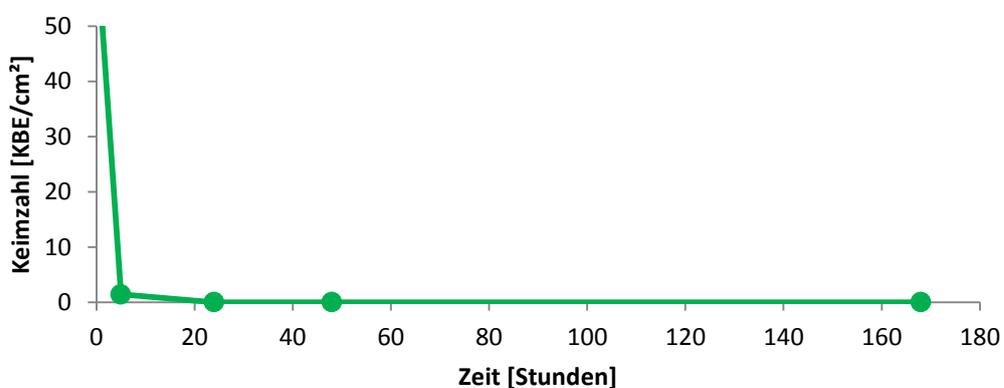
Grafik 13: Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf harzimprägnierter Rotbuche in 1 Stunde



Grafik 14: Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

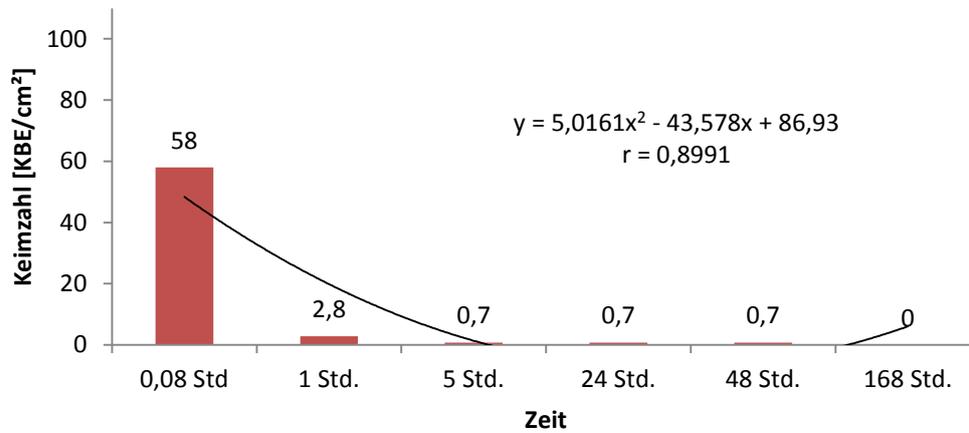
Keimreduktion auf harzimprägnierter Rotbuche in 1 Woche



Grafik 15: Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

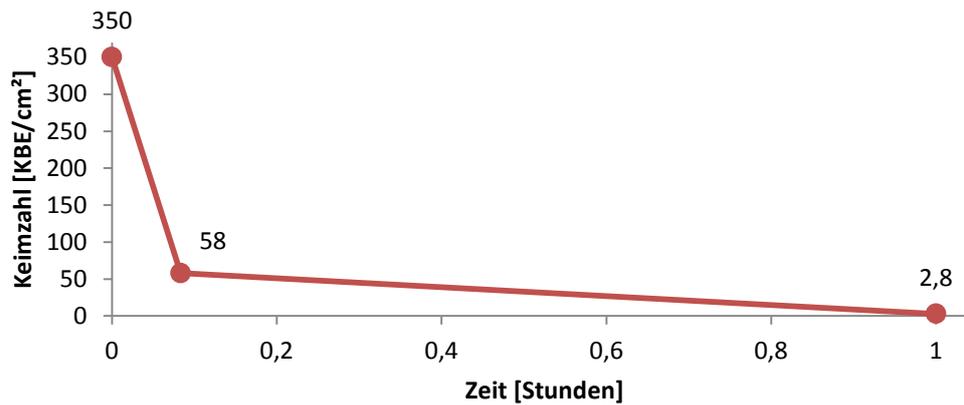
12.3.4. Keimreduktion auf Ahorn (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Ahorn



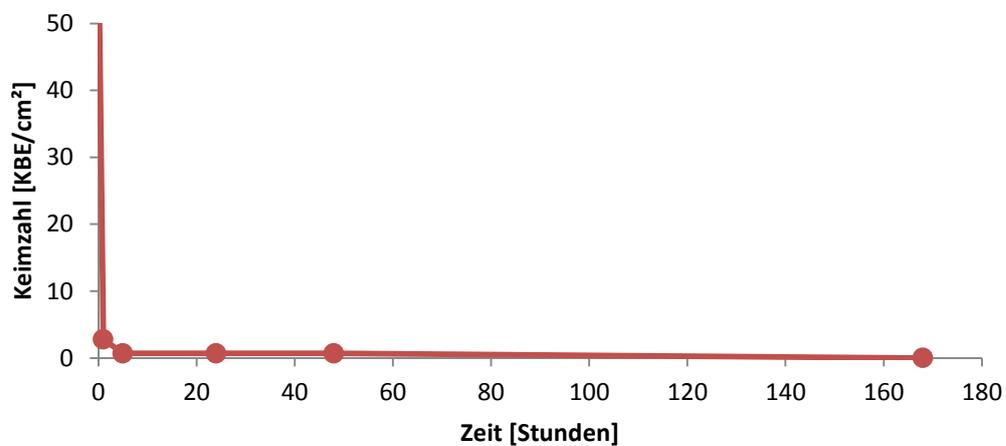
Grafik 16: Keimreduktion auf Ahorn (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Ahorn in 1 Stunde



Grafik 17: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

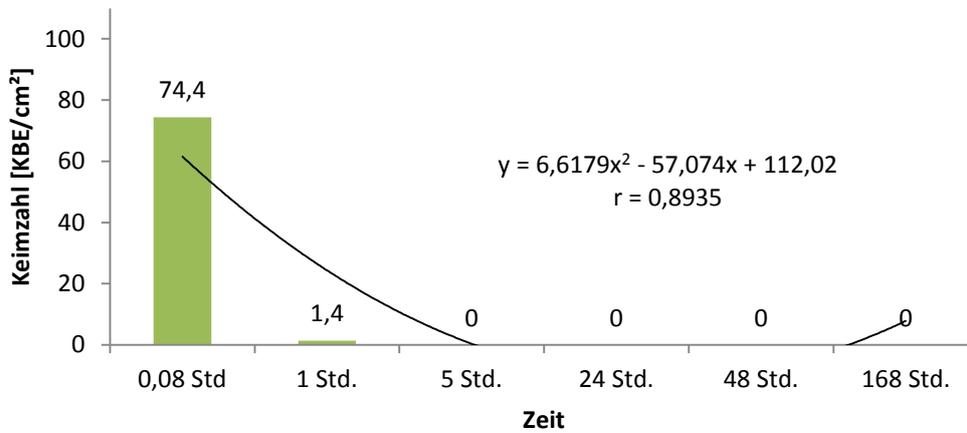
Keimreduktion auf Ahorn in 1 Woche



Grafik 18: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

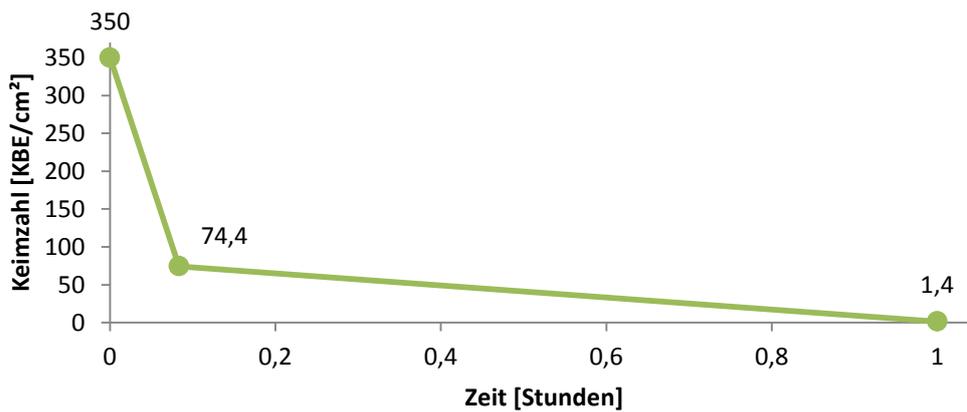
12.3.5. Keimreduktion auf Eiche(unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Eiche



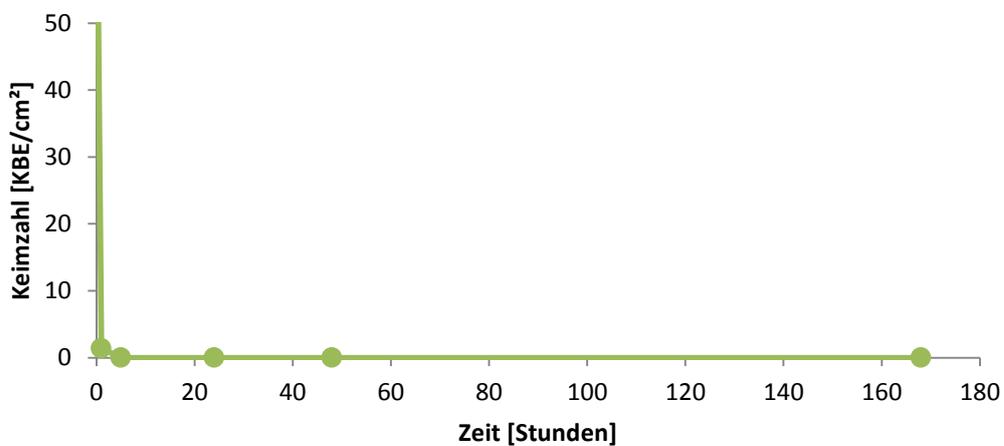
Grafik 19: Keimreduktion auf Eiche (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Eiche in 1 Stunde



Grafik 20: Keimreduktion auf Eiche in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

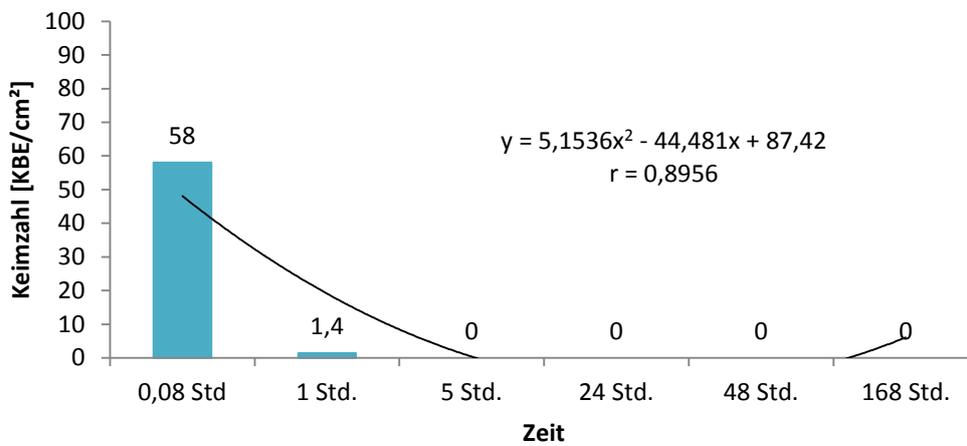
Keimreduktion auf Eiche in 1 Woche



Grafik 21: Keimreduktion auf Eiche in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

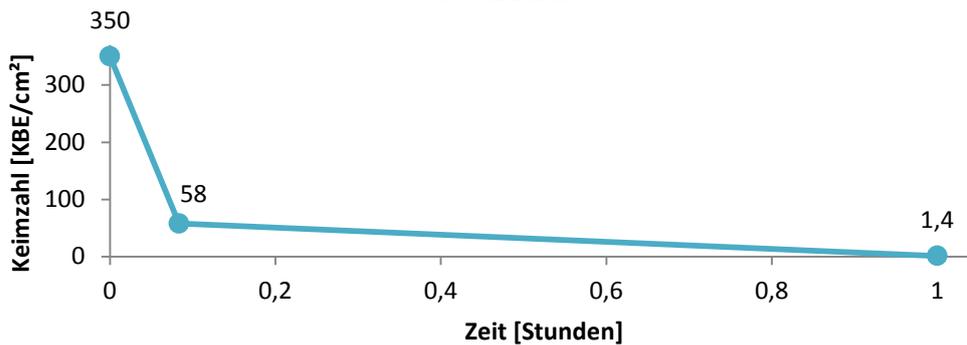
12.3.6. Keimreduktion auf Eichenhirnholz (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Eiche Hirnholz



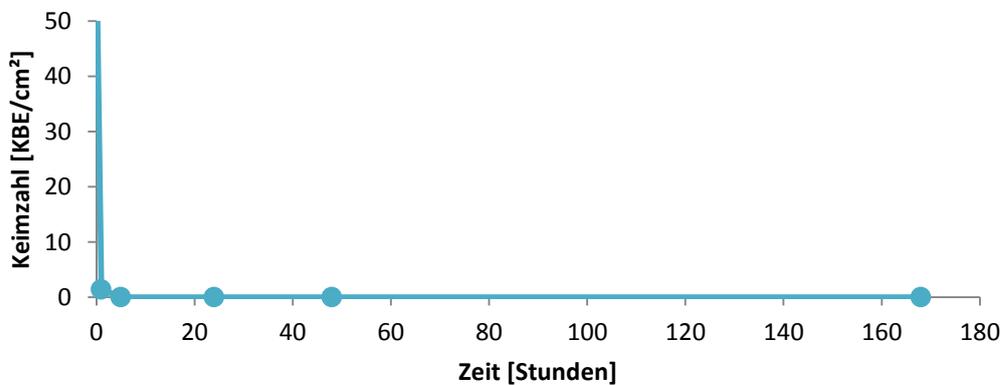
Grafik 22: Keimreduktion auf Eiche Hirnholz (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Eiche Hirnholz in 1 Stunde



Grafik 23: Keimreduktion auf Eiche Hirnholz in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

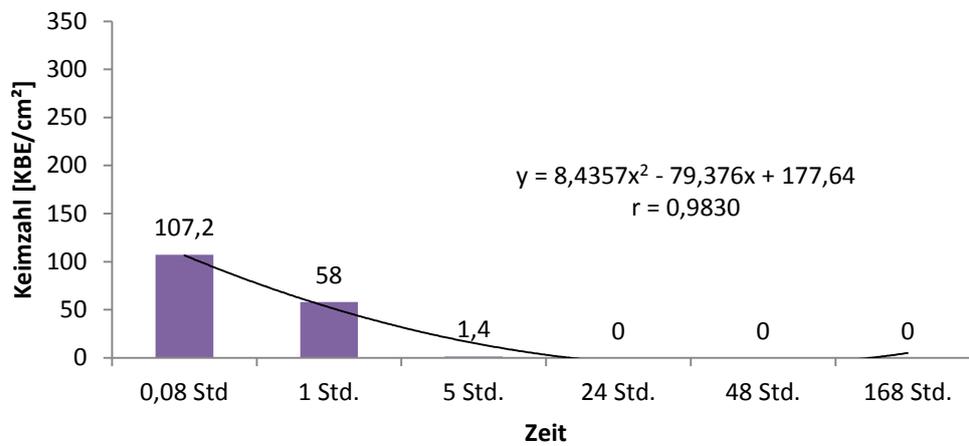
Keimreduktion auf Eiche Hirnholz in 1 Woche



Grafik 24: Keimreduktion auf Eiche Hirnholz in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

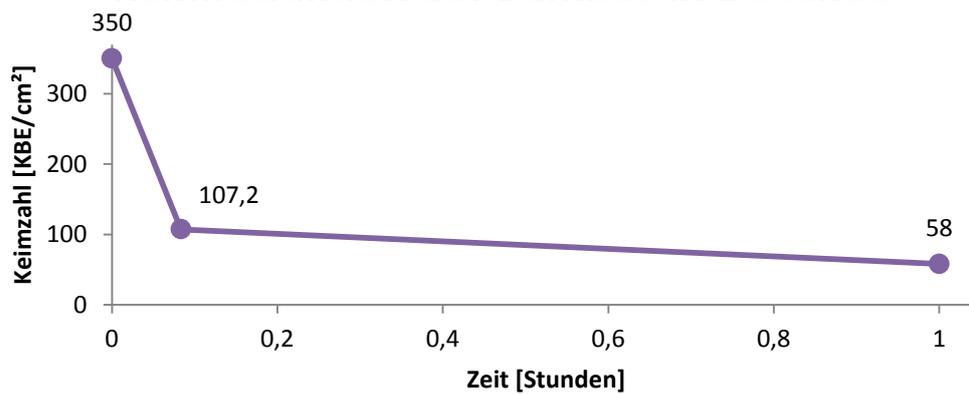
12.3.7. Keimreduktion auf Bambus (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Bambus



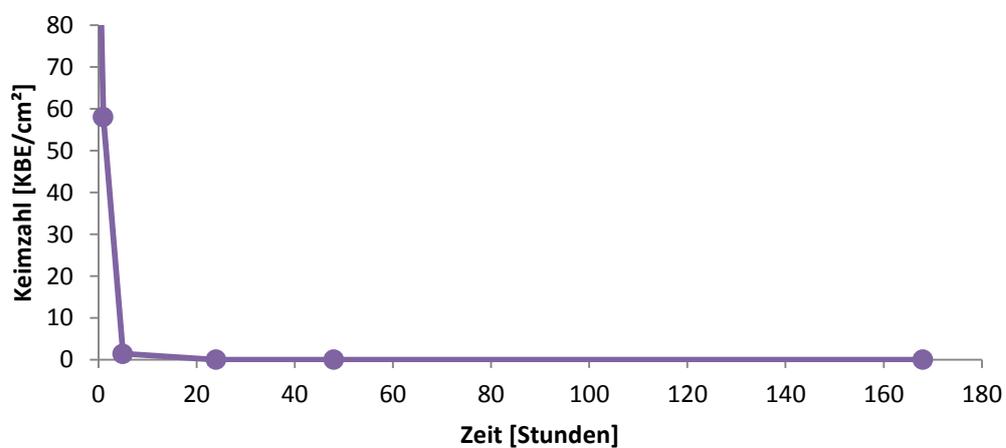
Grafik 25: Keimreduktion auf Bambus (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Bambus in 1 Stunde



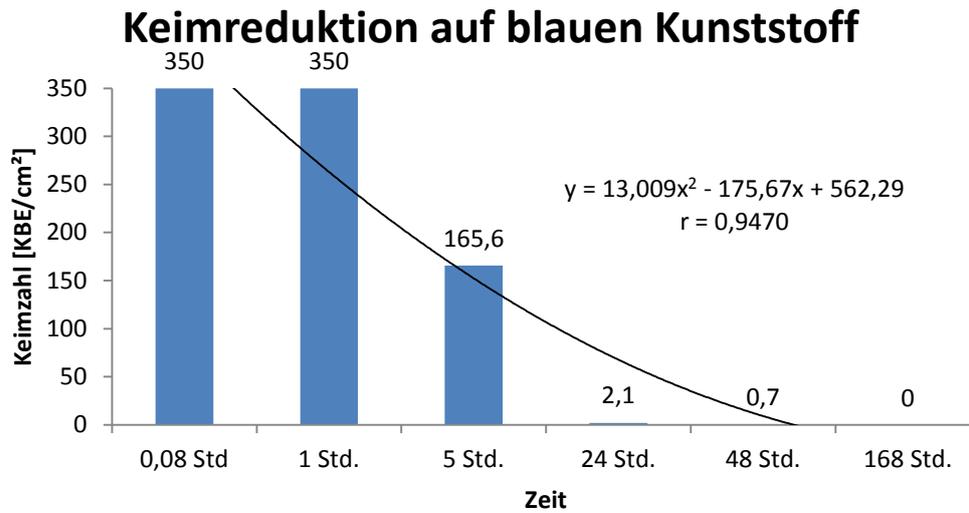
Grafik 26: Keimreduktion auf Bambus in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf Bambus in 1 Woche

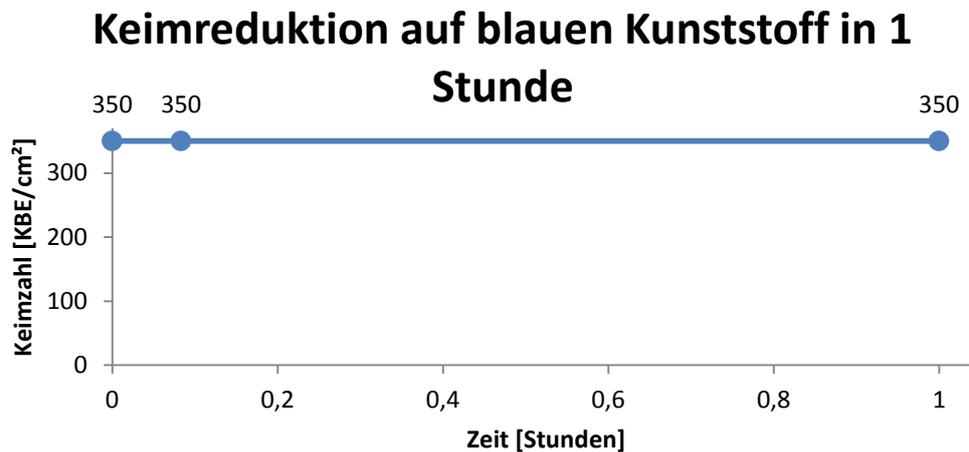


Grafik 27: Keimreduktion auf Bambus in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

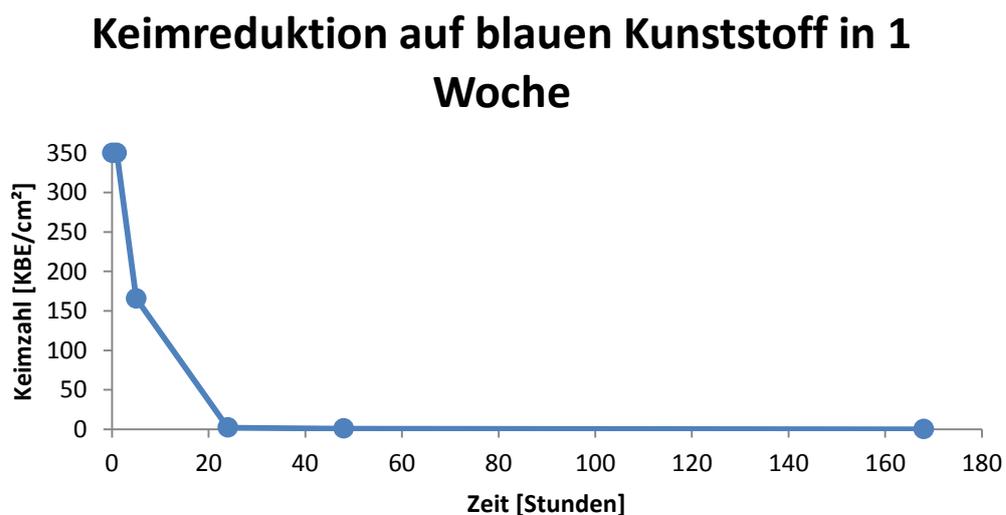
12.3.8. Keimreduktion auf blauen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)



Grafik 28: Keimreduktion auf blauen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)

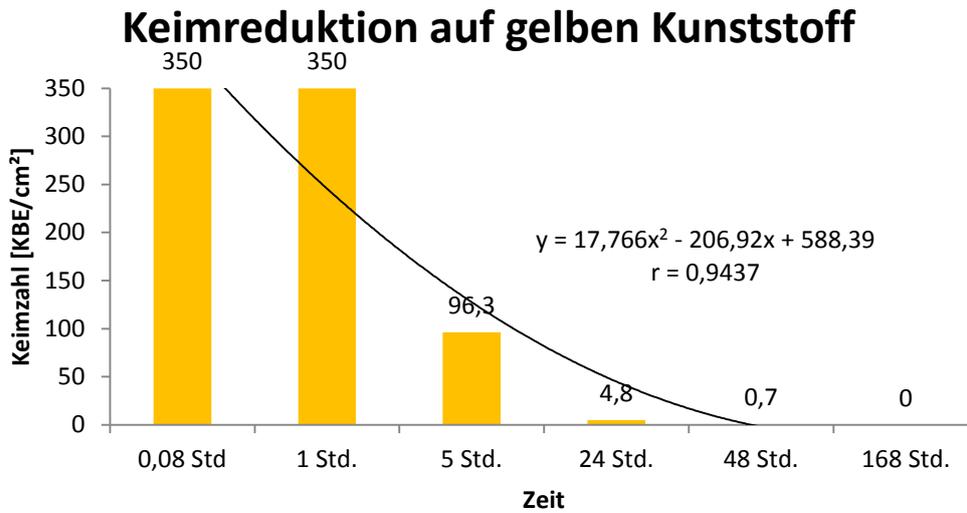


Grafik 29: Keimreduktion auf blauen Kunststoff in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

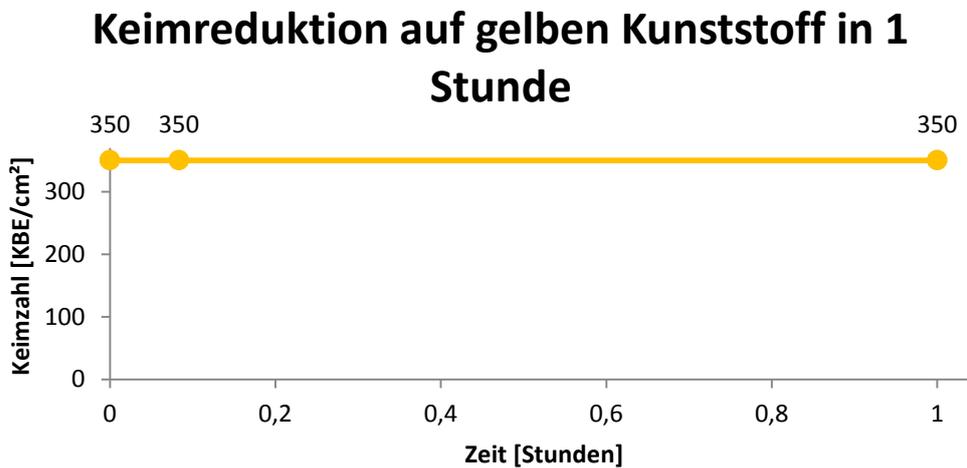


Grafik 30: Keimreduktion auf blauen Kunststoff in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

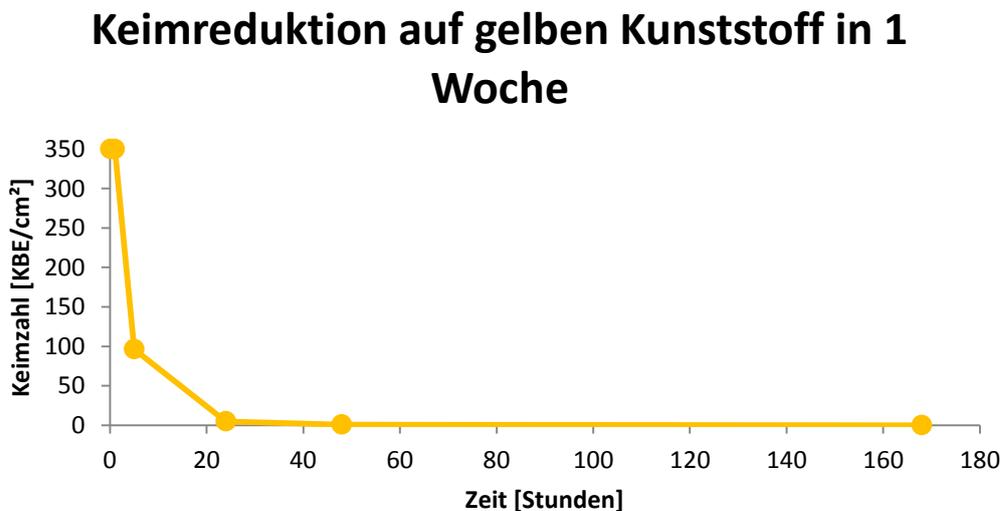
12.3.9. Keimreduktion auf gelben Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)



Grafik 31: Keimreduktion auf gelben Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)

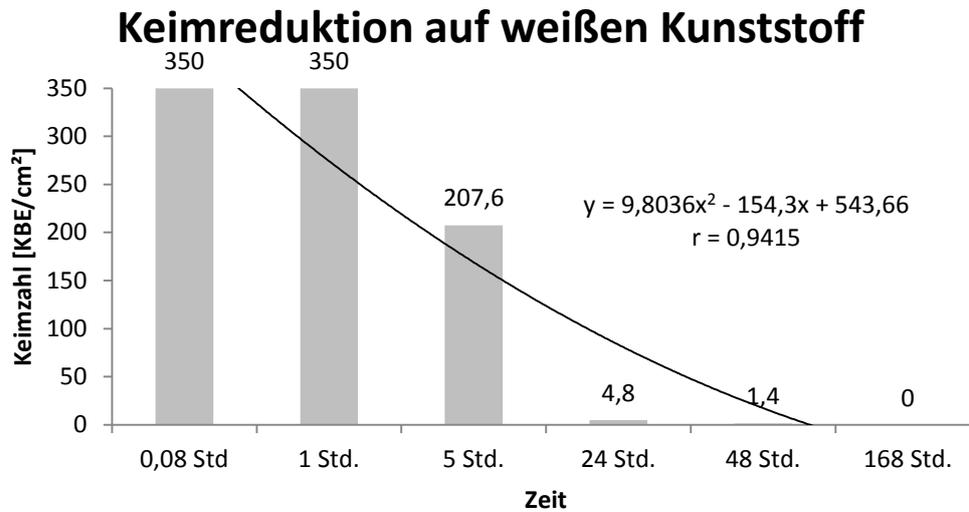


Grafik 32: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

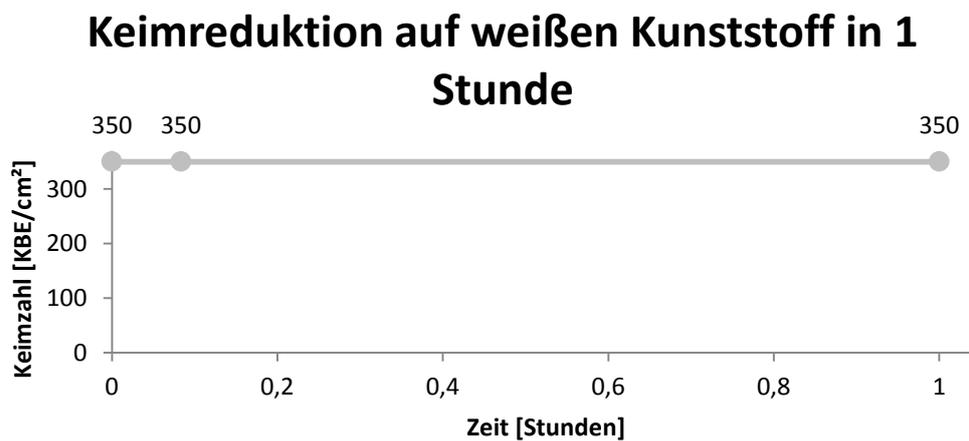


Grafik 33: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

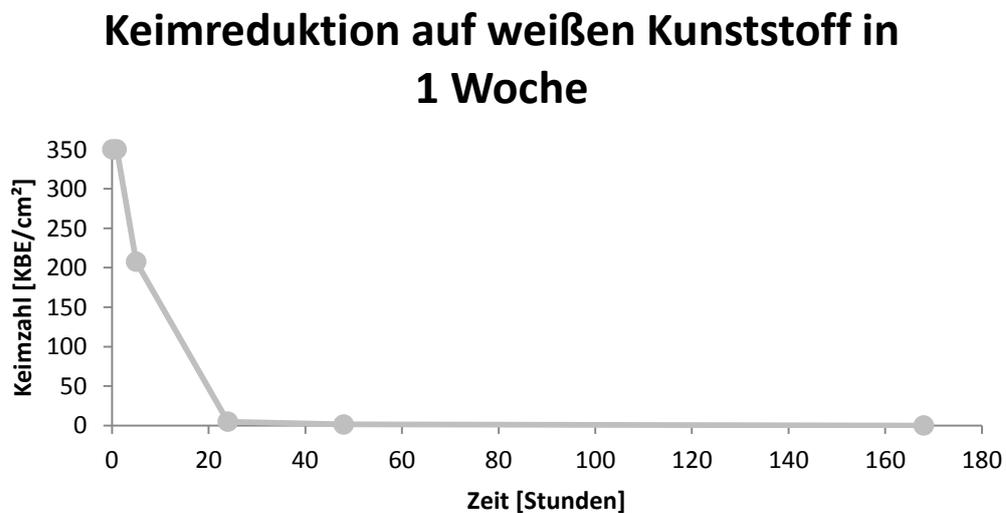
12.3.10. Keimreduktion auf weißen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)



Grafik 34: Keimreduktion auf weißen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche)



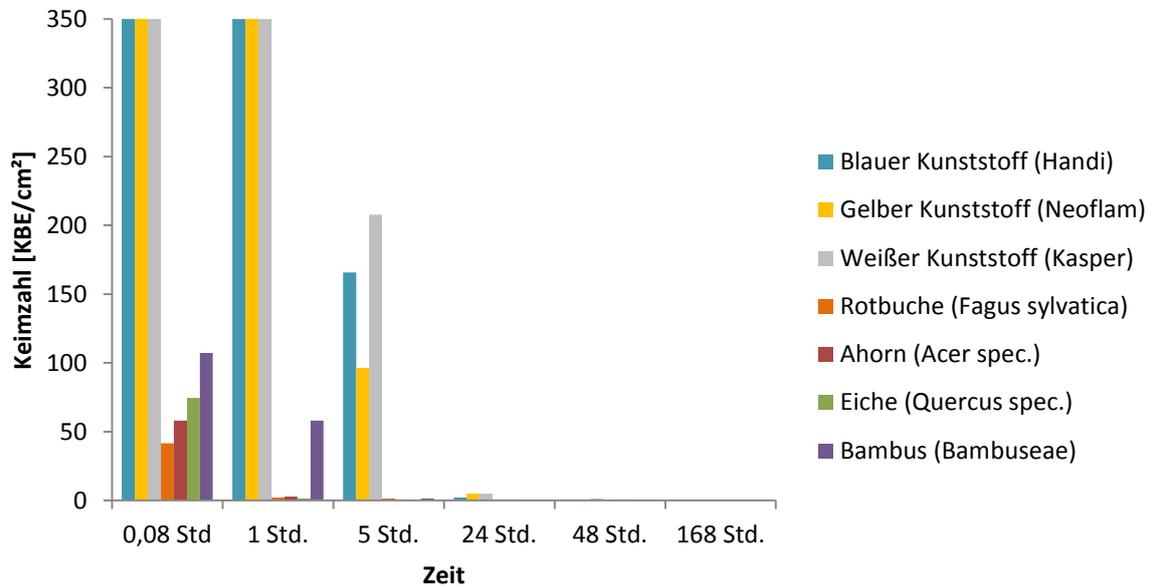
Grafik 35: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)



Grafik 36: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)

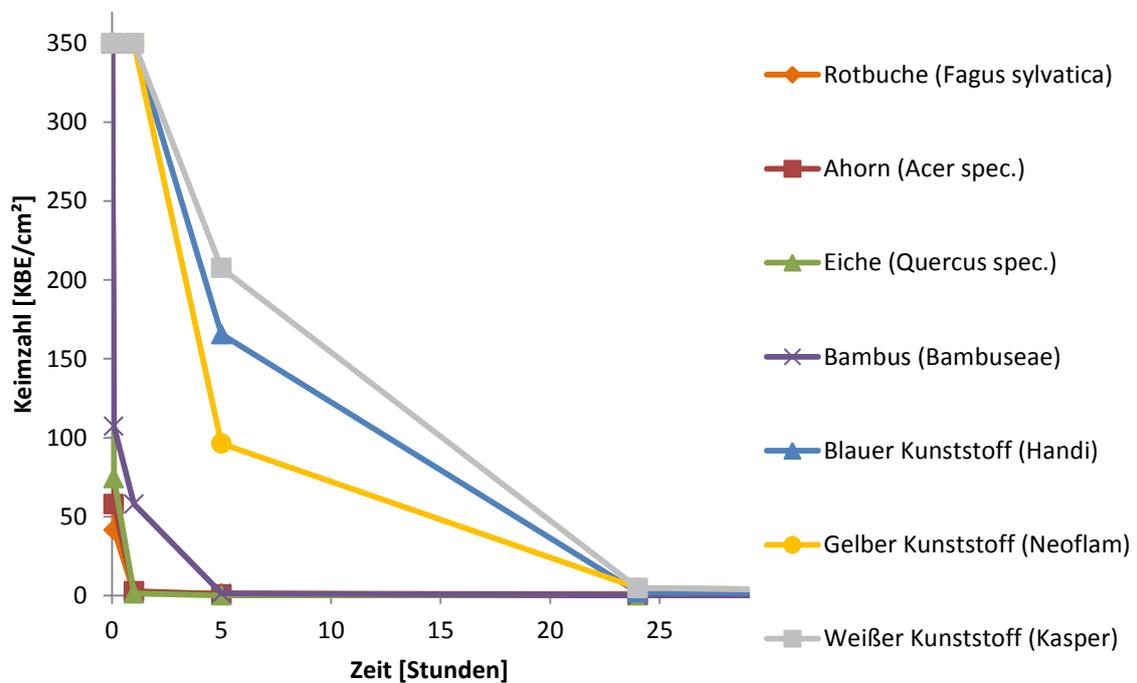
12.3.11. Keimreduktion der Proben mit unbehandelter Oberfläche im Vergleich

Keimreduktion auf allen Proben



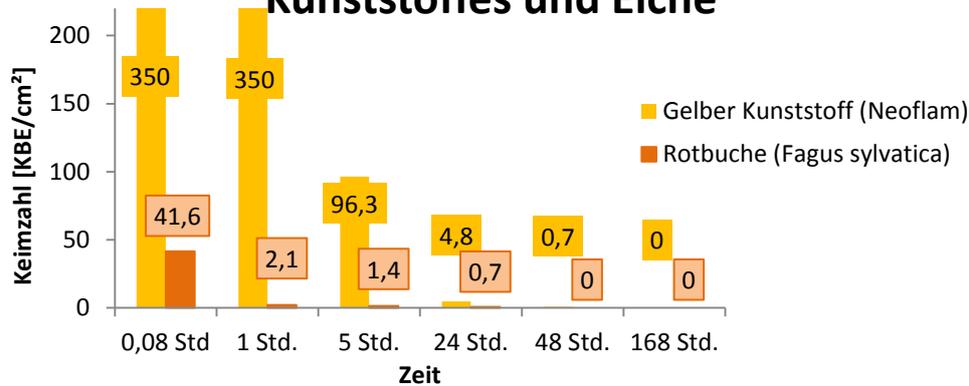
Grafik 37: Keimreduktion auf allen Proben (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Proben in 24 Stunden



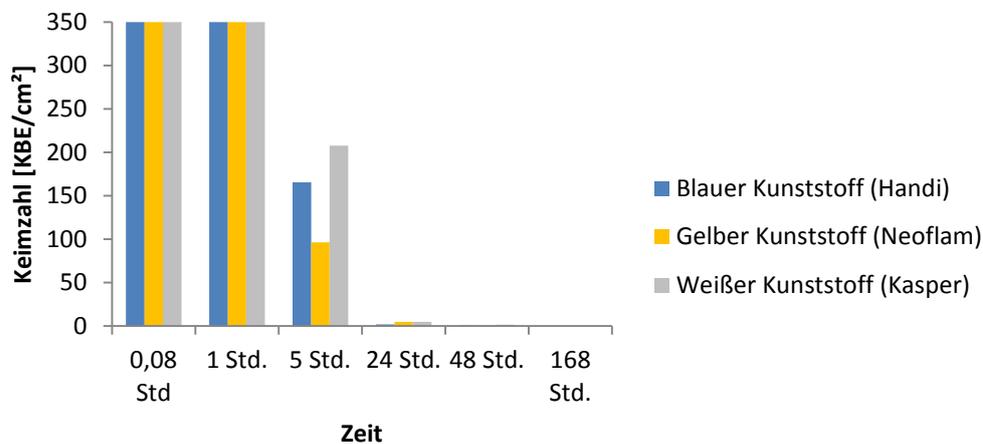
Grafik 38: Keimreduktion auf allen Proben in 24 Stunden (unbehandelte Oberfläche)

Vergleich der Keimreduktion des besten Kunststoffes und Eiche



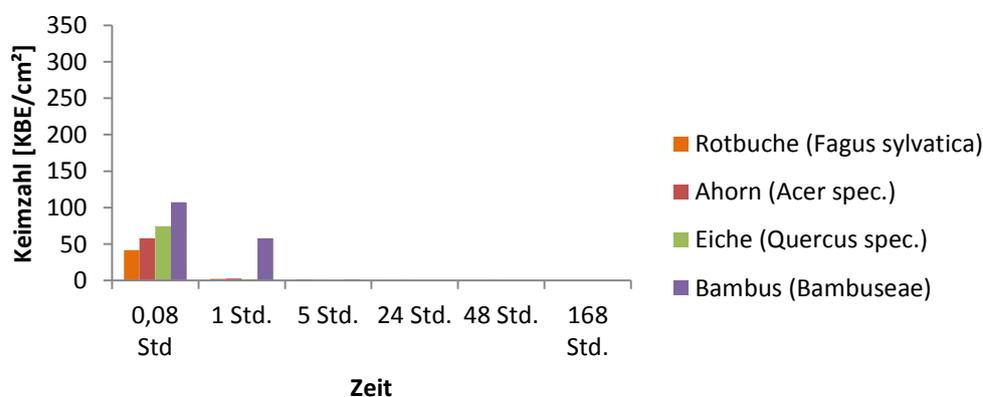
Grafik 39: Keimreduktion des besten Kunststoffes und Eiche (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Kunststoffen



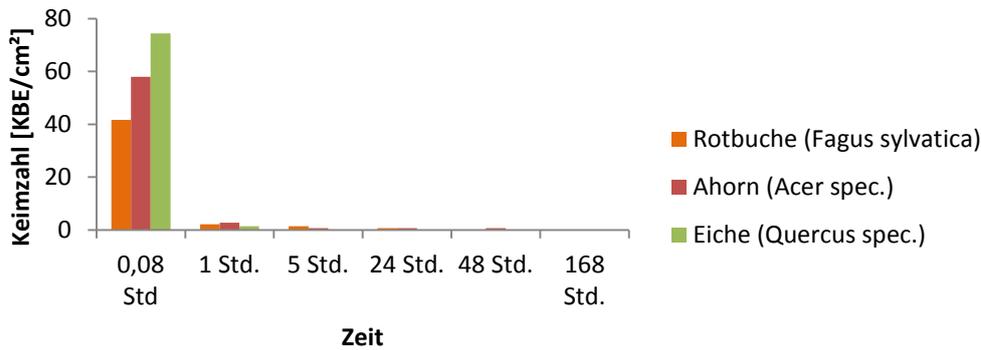
Grafik 40: Keimreduktion auf den Kunststoffen (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus



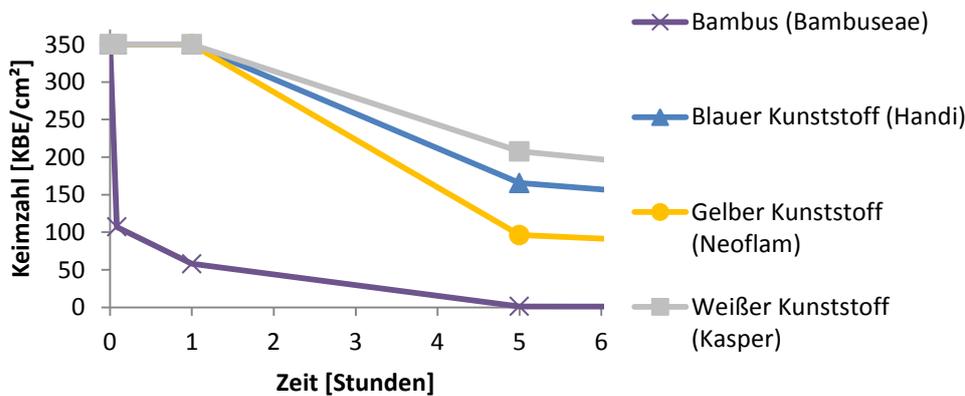
Grafik 41: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten



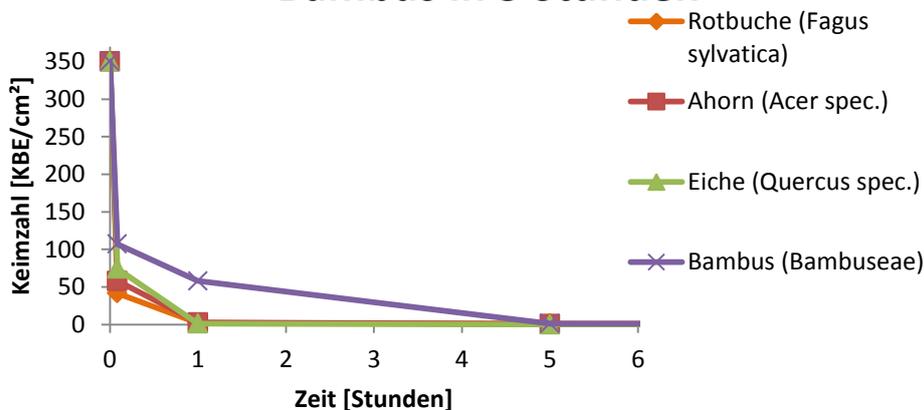
Grafik 42: Keimreduktion auf den Holzarten (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Kunststoffen und Bambus in 5 Stunden



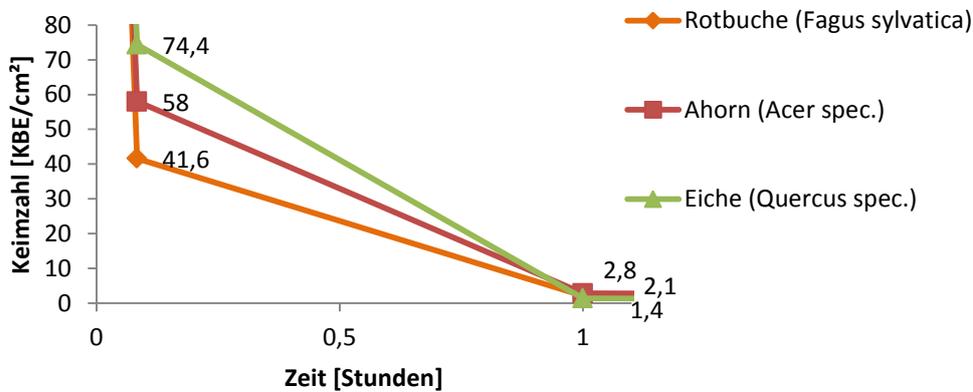
Grafik 43: Keimreduktion auf den Kunststoffen und Bambus in 5 Stunden (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 5 Stunden



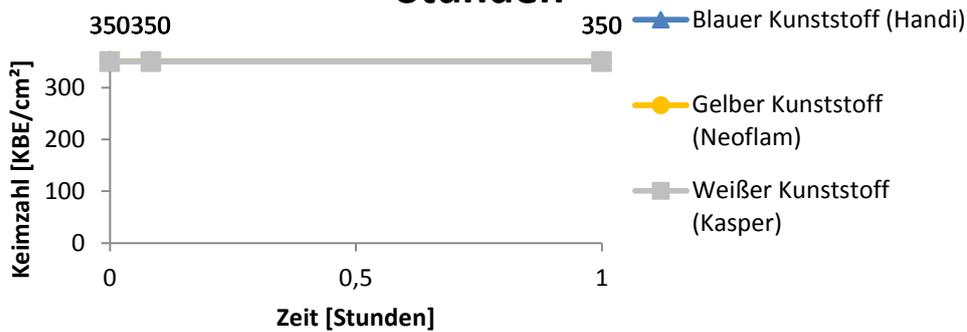
Grafik 44: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 5 Stunden (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten in 1 Stunde



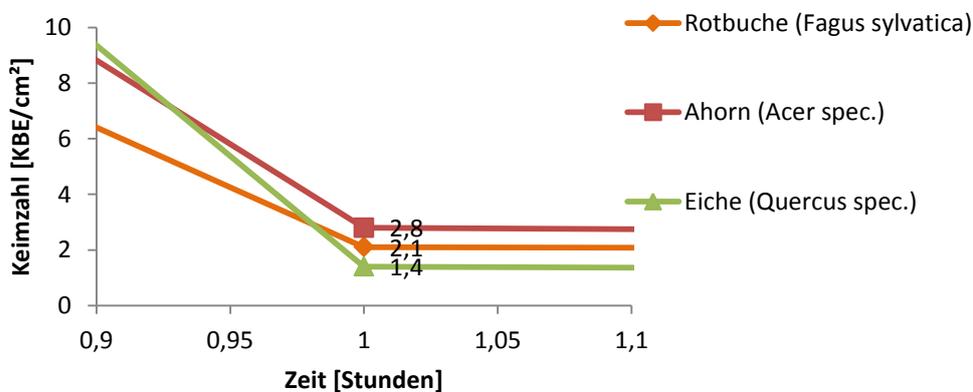
Grafik 45: Keimreduktion auf den Holzarten in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Kunststoffen in 1 Stunden



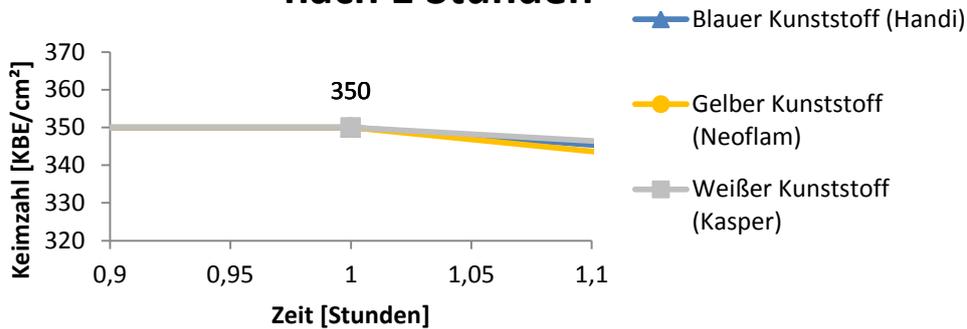
Grafik 46: Keimreduktion auf den Kunststoffen in 1 Stunde (unbehandelten Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten nach 1 Stunde



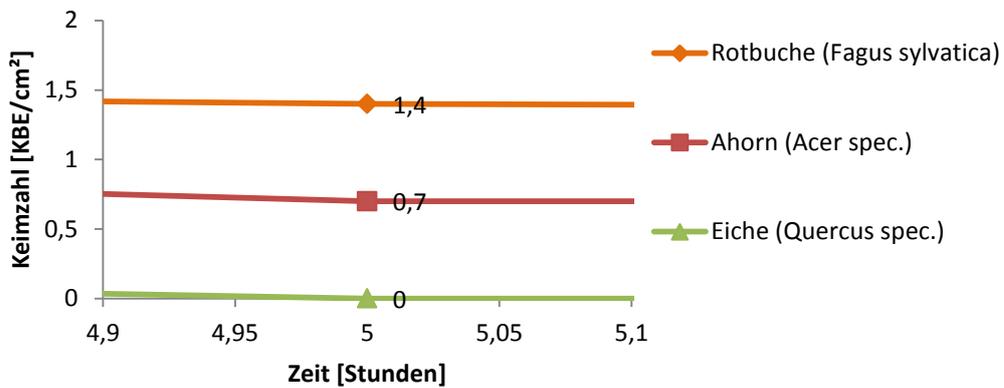
Grafik 47: Keimreduktion auf den Holzarten nach 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 1 Stunden



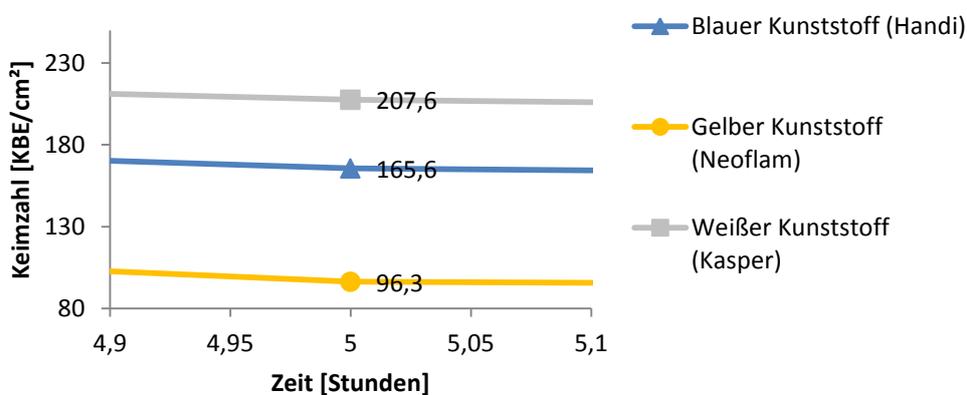
Grafik 48: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 1 Stunde (unbehandelten Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten nach 5 Stunde



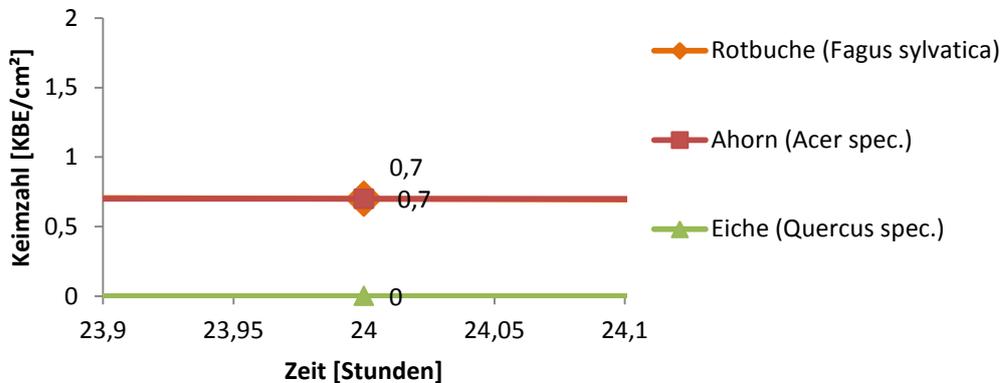
Grafik 49: Keimreduktion auf den Holzarten nach 5 Stunden (unbehandelten Oberfläche)

Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 5 Stunden



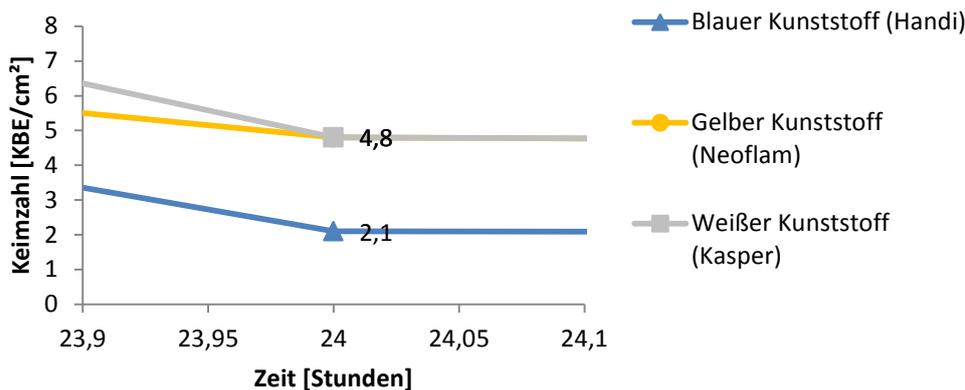
Grafik 50: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 5 Stunden (unbehandelten Oberfläche)

Keimreduktion auf den Holzarten nach 24 Stunde



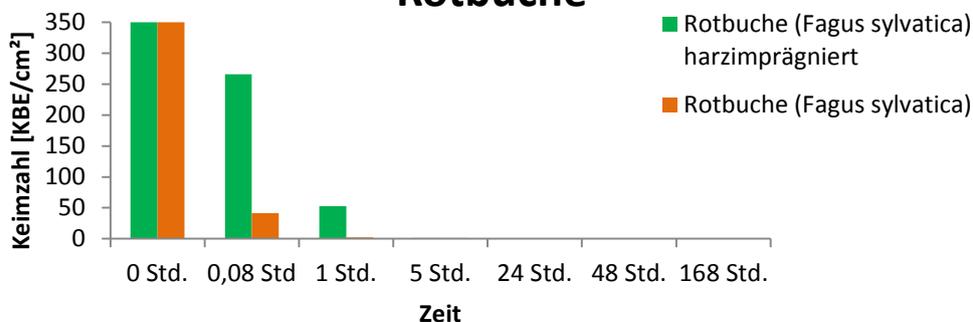
Grafik 51: Keimreduktion auf den Holzarten nach 24 Stunden (unbehandelten Oberfläche)

Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 24 Stunden



Grafik 52: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 24 Stunden (unbehandelten Oberfläche)

Vergleich der Keimreduktion von Rotbuche zu harzimprägnierter Rotbuche



Grafik 53: Keimreduktion auf Rotbuche und harzimprägnierter Rotbuche (unbehandelten Oberfläche)

Vergleich der Keimreduktion von Eiche zu Eiche Hirnholz



Grafik 54: Keimreduktion auf Eiche und Eichenhirnholz (unbehandelten Oberfläche)

12.4. Keimreduktion auf den Proben mit behandelter Oberfläche

12.4.1. Keimreduktion auf den behandelten Proben tabellarisch

Tabelle 17: Keimreduktion bei Rotbuche mit behandelter Oberfläche

Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	58	17	3,5	0	0	0
7	behandelt	10 ⁷	17	0	0	0	0	0
8	behandelt	10 ⁷	58	17	0	0	0	0
Mittelwerte			44,33	11,33	1,17	0	0	0
Spannweite			41	17	3,5	0	0	0
Standardabweichung			23,67	9,81	2,02	0	0	0

Tabelle 18: Keimreduktion bei Ahorn mit behandelter Oberfläche

Ahorn (<i>Acer spec.</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	58	17	0	0	0	0
7	behandelt	10 ⁷	58	17	0	0	0	0
8	behandelt	10 ⁷	58	17	0	0	0	0
Mittelwerte			58	17	0	0	0	0
Spannweite			0	0	0	0	0	0
Standardabweichung			0	0	0	0	0	0

Tabelle 19: Keimreduktion bei Eiche mit behandelter Oberfläche

Eiche (<i>Quercus spec.</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	0	0	0	0	0	0
7	behandelt	10 ⁷	0	0	0	0	0	0
8	behandelt	10 ⁷	3,5	0	0	0	0	0
Mittelwerte			1,17	0	0	0	0	0
Spannweite			3,5	0	0	0	0	0
Standardabweichung			2,02	0	0	0	0	0

Tabelle 20: Keimreduktion bei Bambus mit behandelter Oberfläche

Bambus (<i>Bambuseae</i>)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	58	58	0	0	0	0
7	behandelt	10 ⁷	140	58	0	0	0	0
8	behandelt	10 ⁷	140	17	0	0	0	0
Mittelwerte			112,67	44,33	0	0	0	0
Spannweite			82	41	0	0	0	0
Standardabweichung			47,34	23,67	0	0	0	0

Tabelle 21: Keimreduktion bei weißem Kunststoff mit behandelter Oberfläche

Blauer Kunststoff (Handi)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	350	140	17	0	0	0
7	behandelt	10 ⁷	58	58	17	3,5	3,5	0
8	behandelt	10 ⁷	350	140	17	3,5	3,5	0
Mittelwerte			252,67	112,67	17	2,33	2,33	0
Spannweite			292	82	0	3,5	3,5	0
Standardabweichung			168,59	47,34	0	2,02	2,02	0

Tabelle 22: Keimreduktion bei gelbem Kunststoff mit behandelter Oberfläche

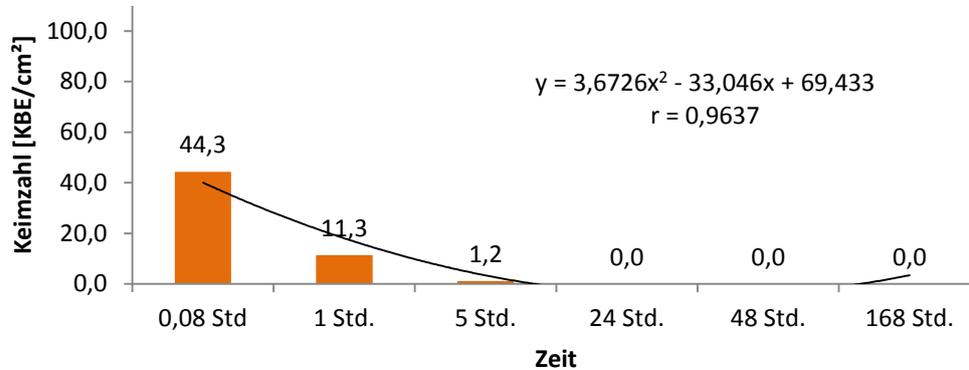
Gelber Kunststoff (Neoflam)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	350	58	17	3,5	3,5	0
7	behandelt	10 ⁷	350	140	58	3,5	0	0
8	behandelt	10 ⁷	140	17	17	0	0	0
Mittelwerte			280	71,67	30,67	2,33	1,17	0
Spannweite			210	123	41	3,5	3,5	0
Standardabweichung			121,24	62,63	23,67	2,02	2,02	0

Tabelle 23: Keimreduktion bei weißem Kunststoff mit behandelter Oberfläche

Weißer Kunststoff (Kasper)			geprüft					
Nummer	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	nach 5 Minuten [KBE/cm ²]	nach 1 Stunde [KBE/cm ²]	nach 5 Stunden [KBE/cm ²]	nach 24 Stunden [KBE/cm ²]	nach 48 Stunden [KBE/cm ²]	nach 168 Stunden [KBE/cm ²]
6	behandelt	10 ⁷	140	14	17	0	0	0
7	behandelt	10 ⁷	350	140	58	0	0	0
8	behandelt	10 ⁷	350	140	17	3,5	3,5	0
Mittelwerte			280	98	30,67	1,17	1,17	0
Spannweite			210	126	41	3,5	3,5	0
Standardabweichung			121,24	72,75	23,67	2,02	2,02	0

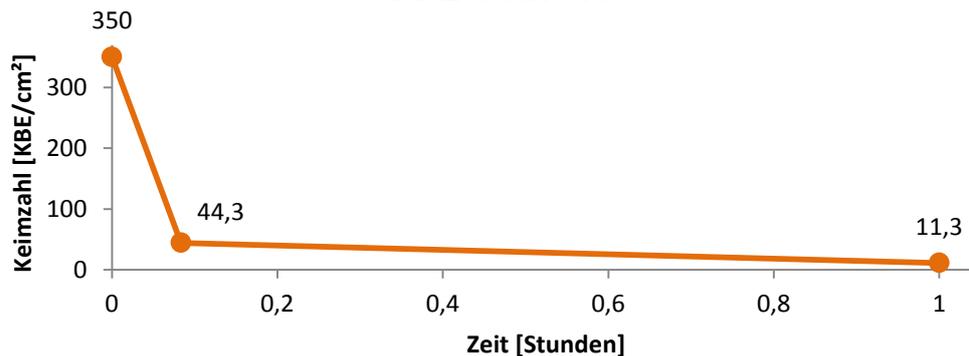
12.4.2. Keimreduktion auf Rotbuche (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandelter Rotbuche



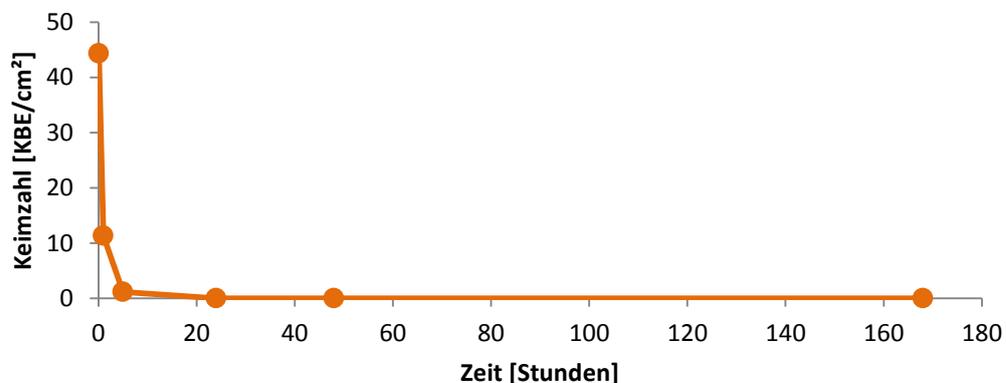
Grafik 55: Keimreduktion auf Rotbuche (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandelter Rotbuche in 1 Stunde



Grafik 56: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

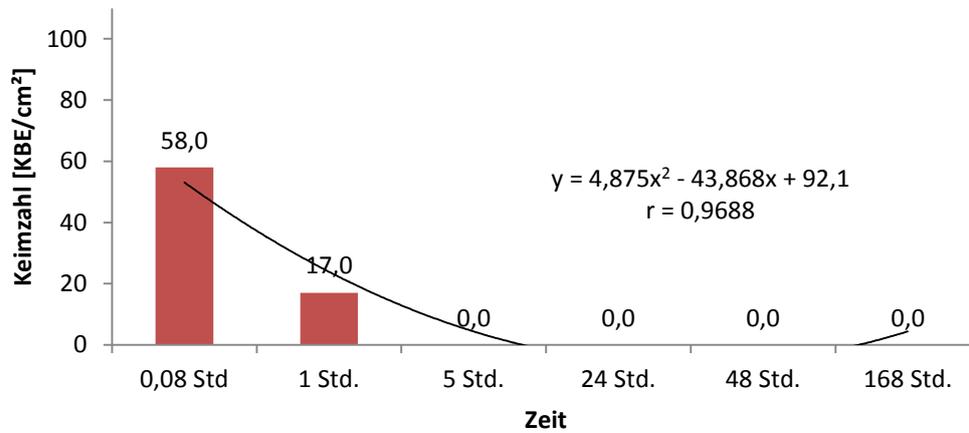
Keimreduktion auf behandelter Rotbuche in 1 Woche



Grafik 57: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

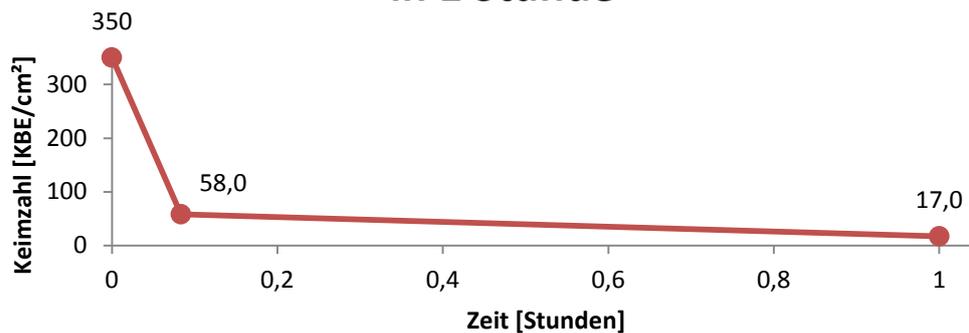
12.4.3. Keimreduktion auf Ahorn (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem Ahorn



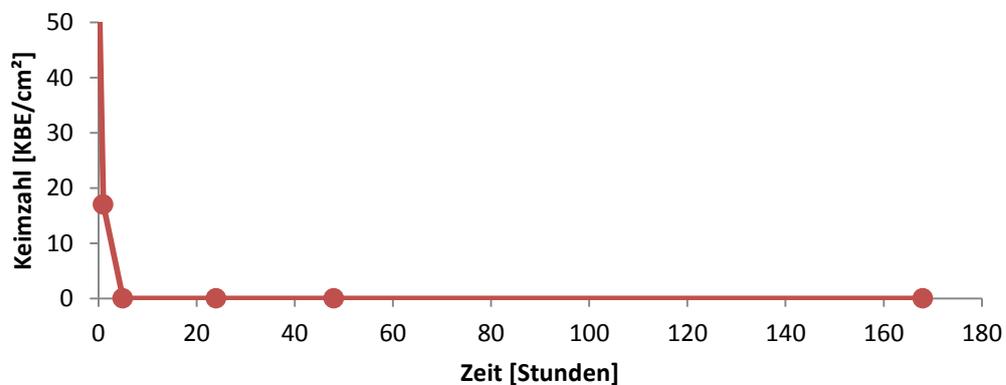
Grafik 58: Keimreduktion auf Ahorn (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem Ahorn in 1 Stunde



Grafik 59: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

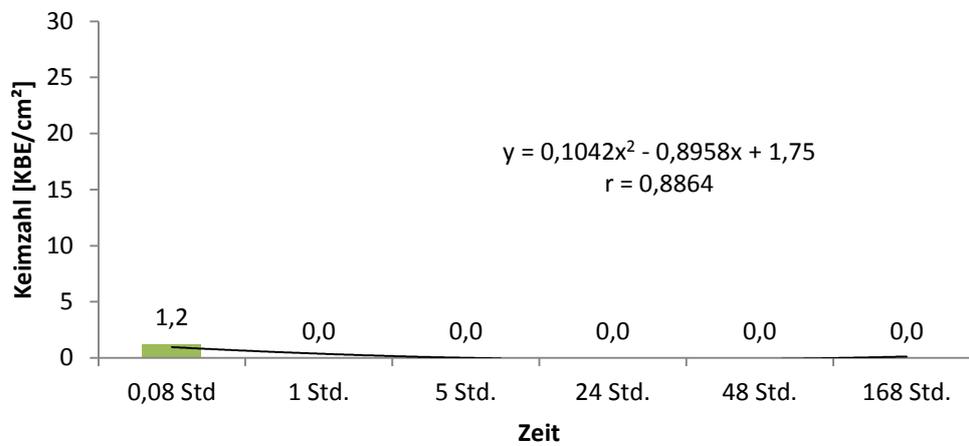
Keimreduktion auf behandeltem Ahorn in 1 Woche



Grafik 60: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

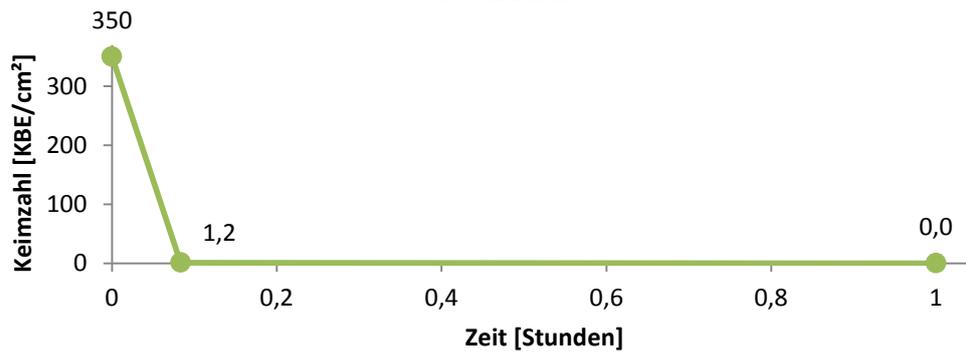
12.4.4. Keimreduktion auf Eiche (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandelter Eiche



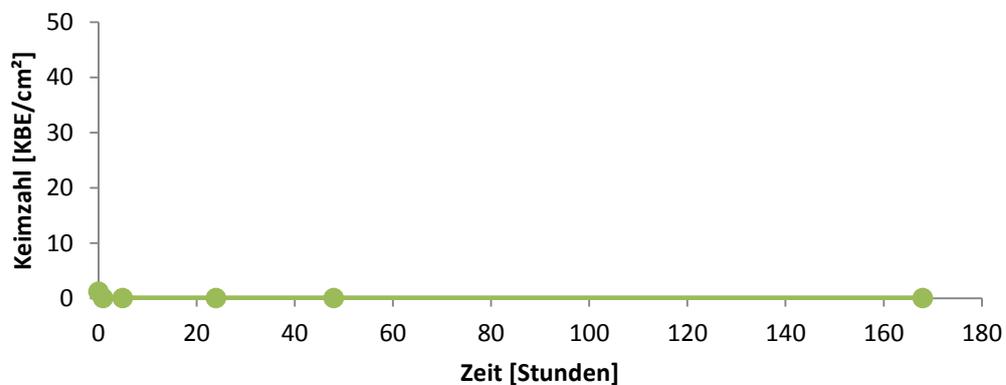
Grafik 61: Keimreduktion auf Eiche (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandelter Eiche in 1 Stunde



Grafik 62: Keimreduktion auf Eiche in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

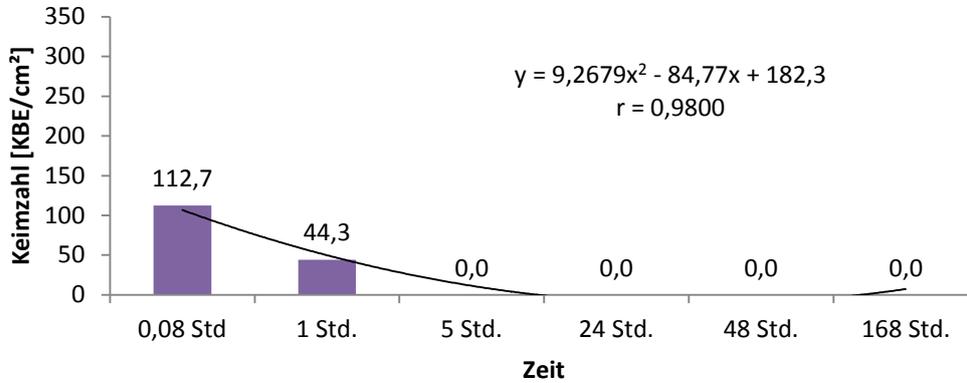
Keimreduktion auf behandelter Eiche in 1 Woche



Grafik 63: Keimreduktion auf Eiche in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

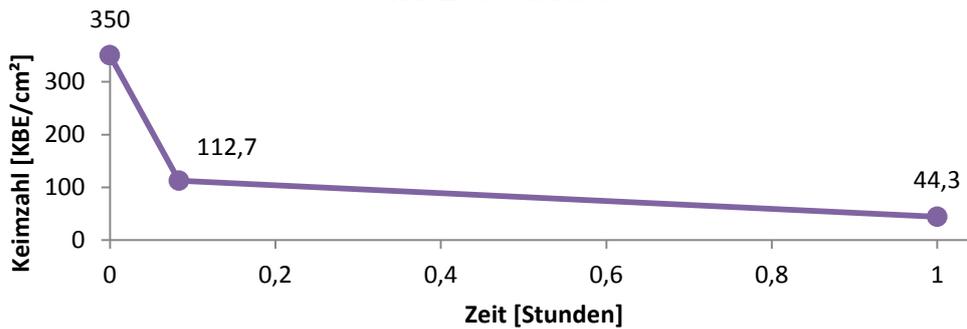
12.4.5. Keimreduktion auf Bambus (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem Bambus



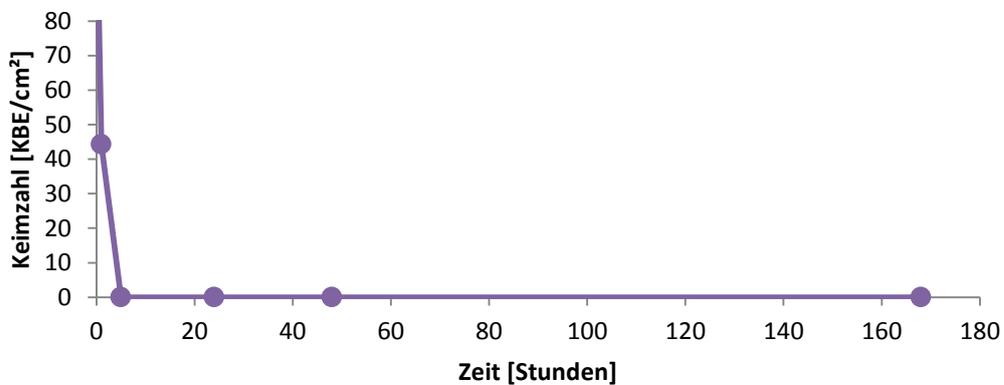
Grafik 64: Keimreduktion auf Bambus (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem Bambus in 1 Stunde



Grafik 65: Keimreduktion auf Bambus in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

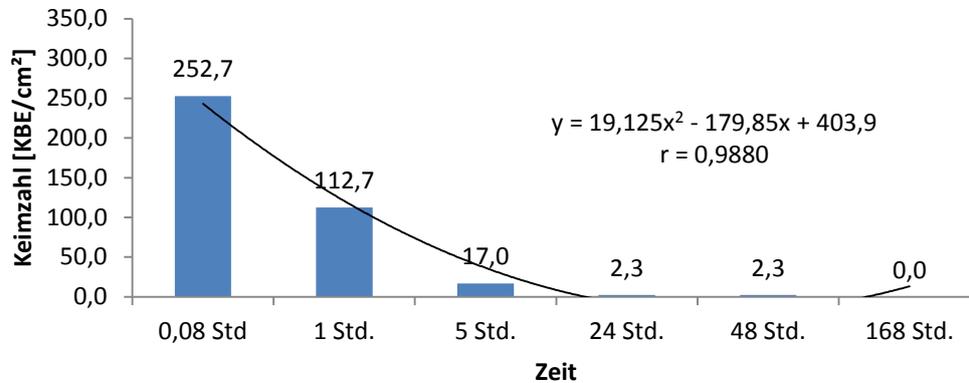
Keimreduktion auf behandeltem Bambus in 1 Woche



Grafik 66: Keimreduktion auf Bambus in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

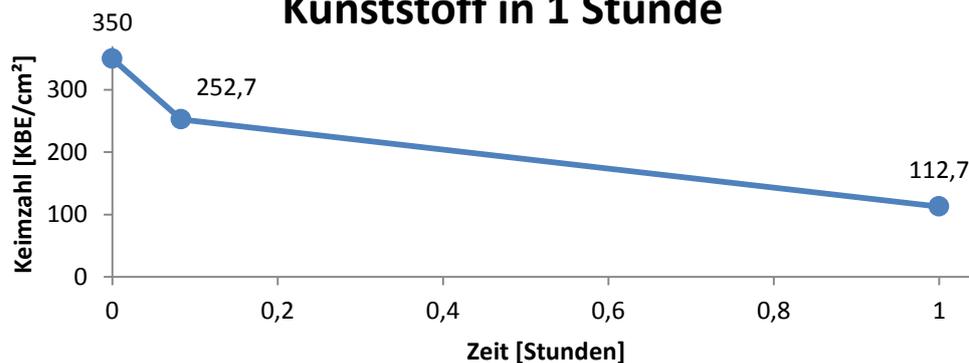
12.4.6. Keimreduktion auf blauen Kunststoff (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem blauem Kunststoff



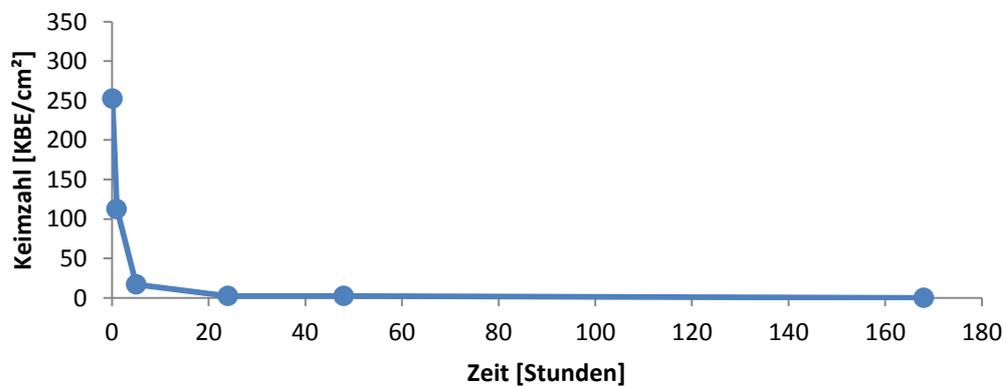
Grafik 67: Keimreduktion auf blauem Kunststoff (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem blauem Kunststoff in 1 Stunde



Grafik 68: Keimreduktion auf blauem Kunststoff in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

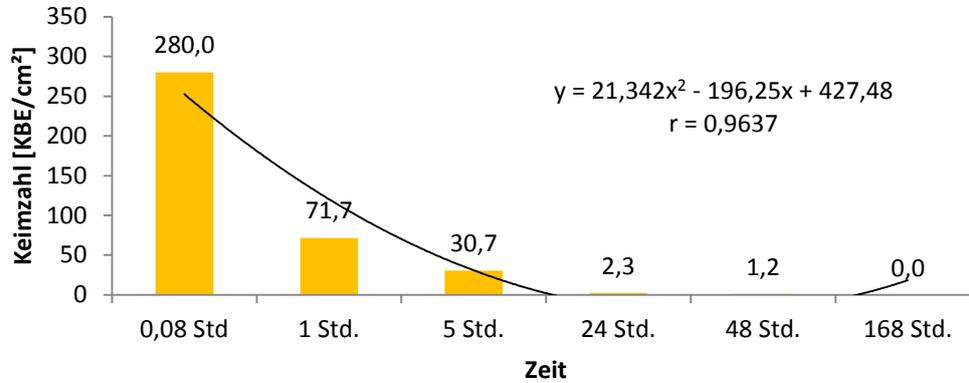
Keimreduktion auf behandeltem blauem Kunststoff in 1 Woche



Grafik 69: Keimreduktion auf blauem Kunststoff in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

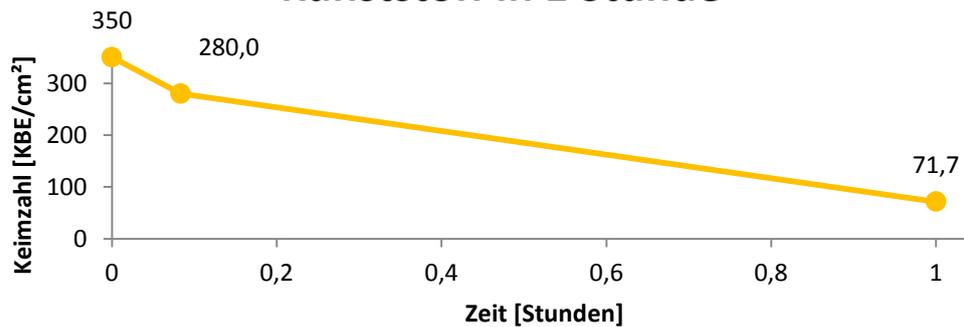
12.4.7. Keimreduktion auf gelben Kunststoff (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem gelben Kunststoff



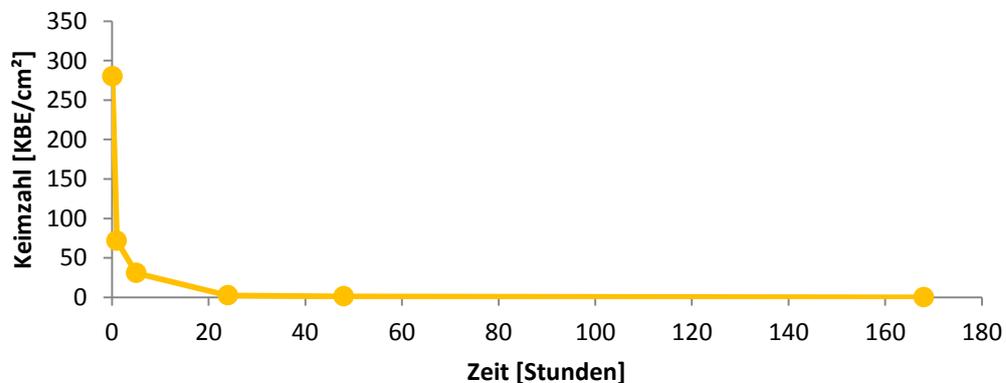
Grafik 70: Keimreduktion auf gelben Kunststoff (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem gelben Kunststoff in 1 Stunde



Grafik 71: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

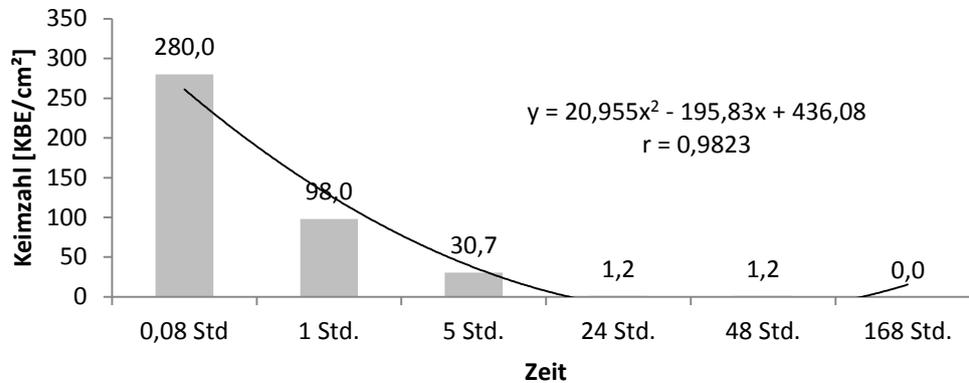
Keimreduktion auf behandeltem gelben Kunststoff in 1 Woche



Grafik 72: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

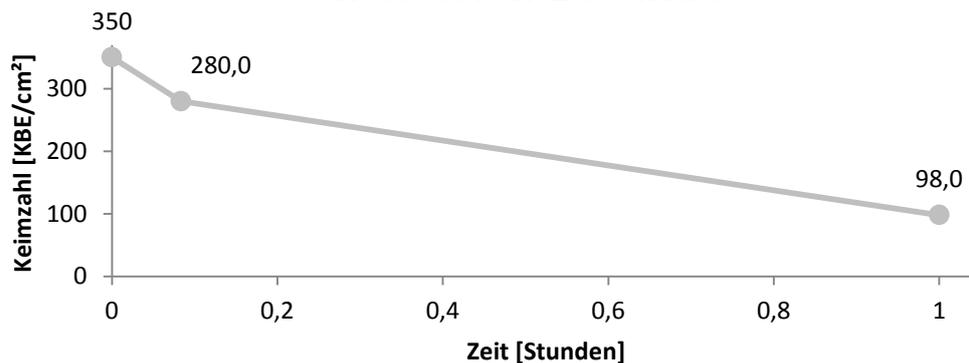
12.4.8. Keimreduktion auf weißen Kunststoff (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem weißen Kunststoff



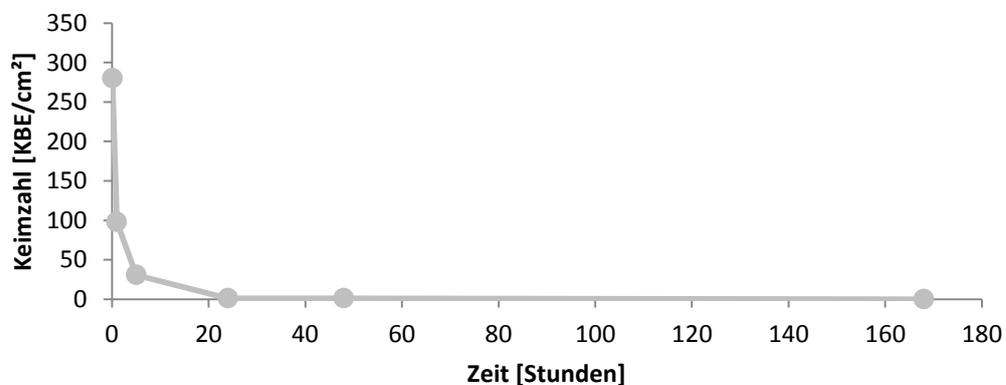
Grafik 73: Keimreduktion auf weißen Kunststoff (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf behandeltem weißen Kunststoff in 1 Stunde



Grafik 74: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

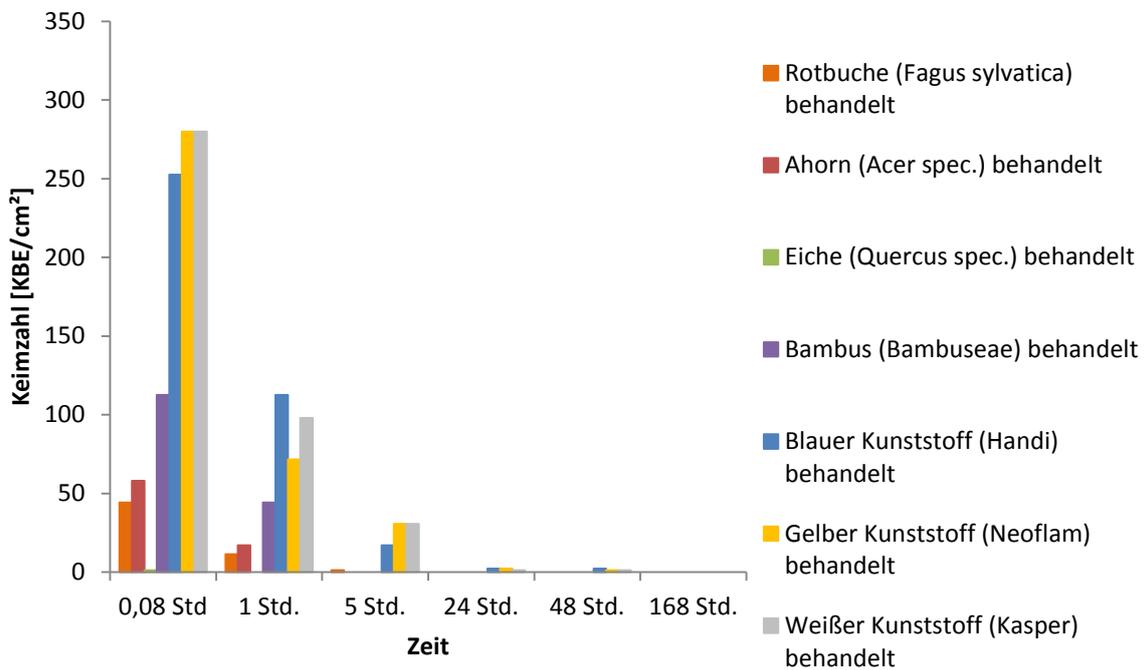
Keimreduktion auf behandeltem weißen Kunststoff in 1 Woche



Grafik 75: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Woche (behandelte Oberfläche)

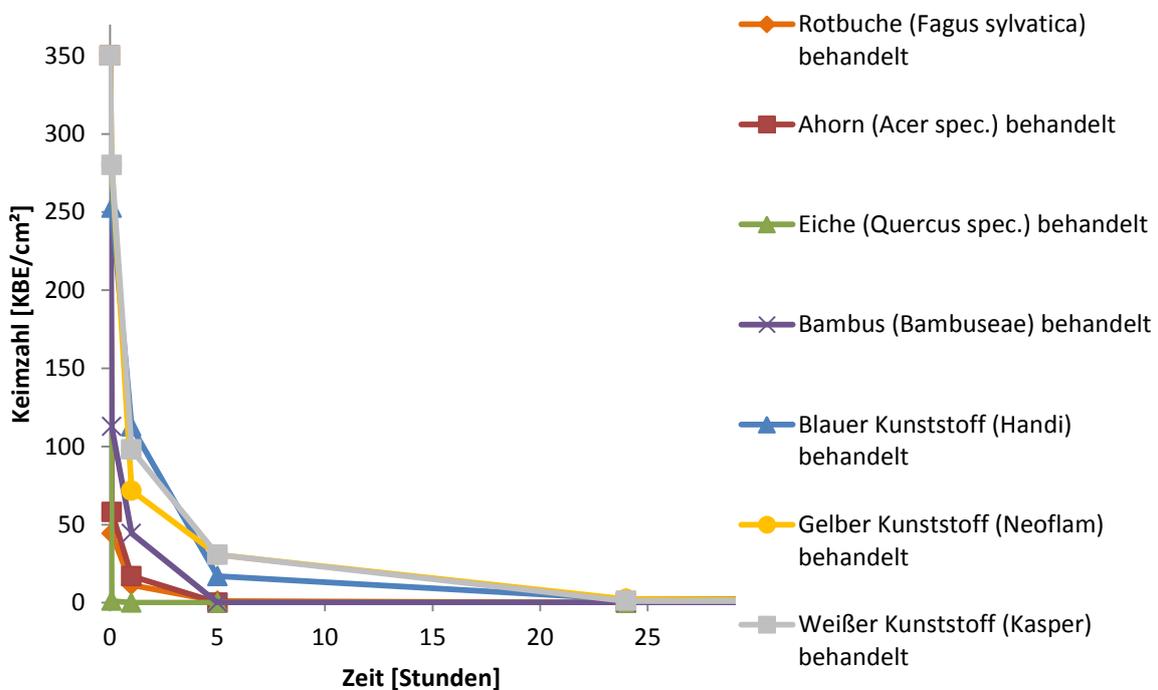
12.4.9. Keimreduktion der Proben mit behandelter Oberfläche im Vergleich

Keimreduktion auf allen behandelten Proben



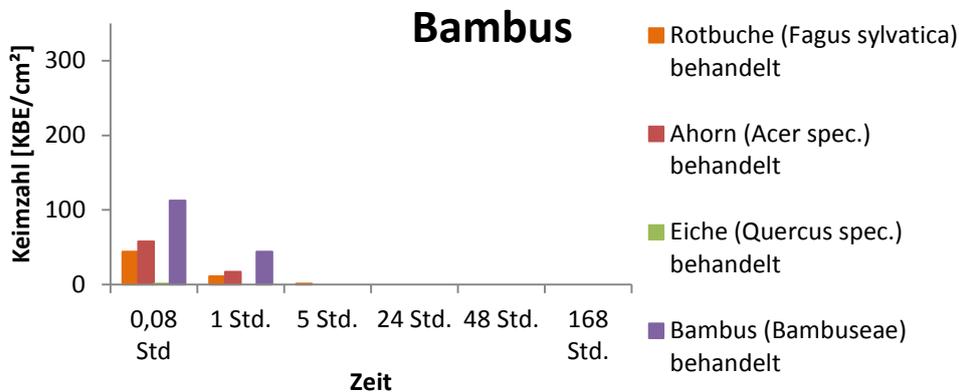
Grafik 76: Keimreduktion auf allen Proben (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Proben in 24 Stunden



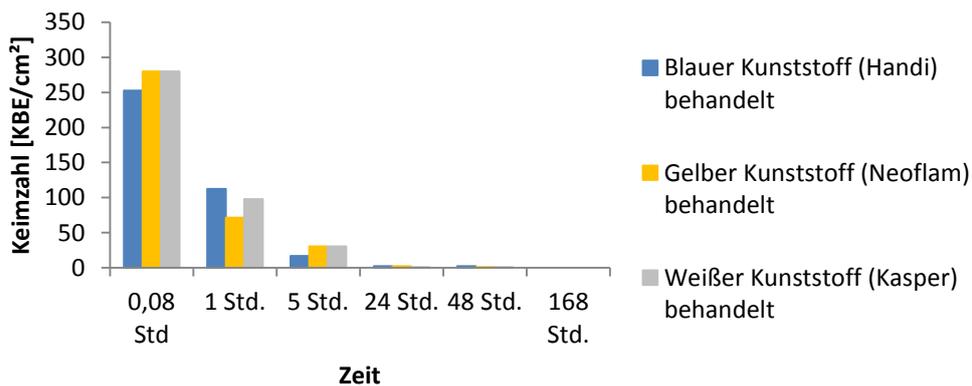
Grafik 77: Keimreduktion auf allen Proben in 24 Stunden (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Holzarten und dem behandelten



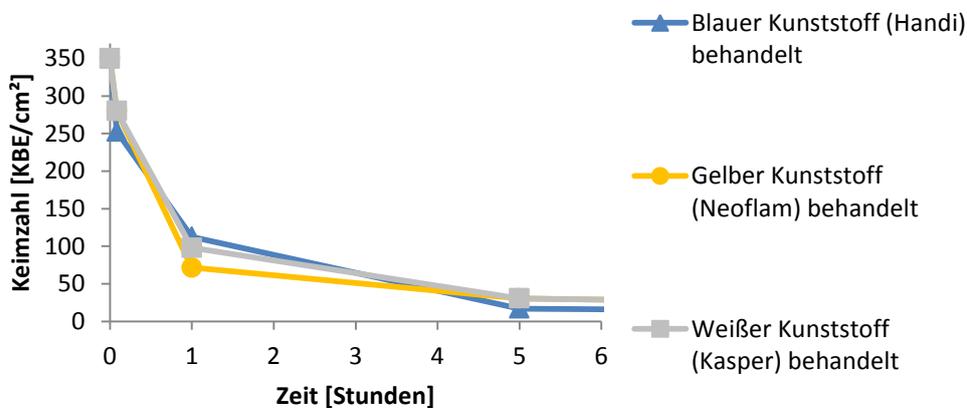
Grafik 78: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf dem behandelten Kunststoffen



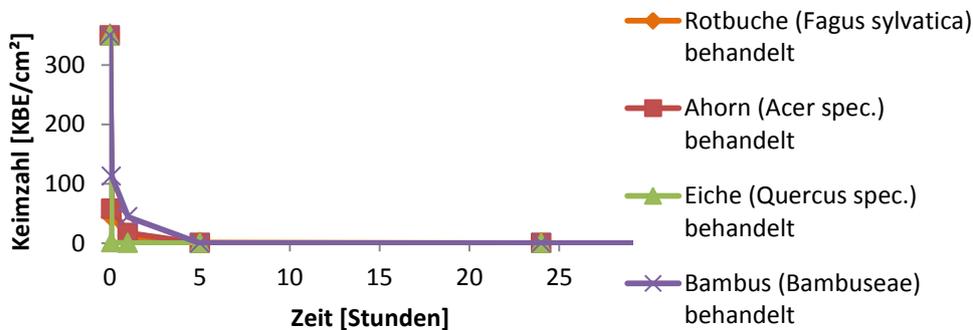
Grafik 79: Keimreduktion auf den Kunststoffen (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Kunststoffen in 5 Stunden



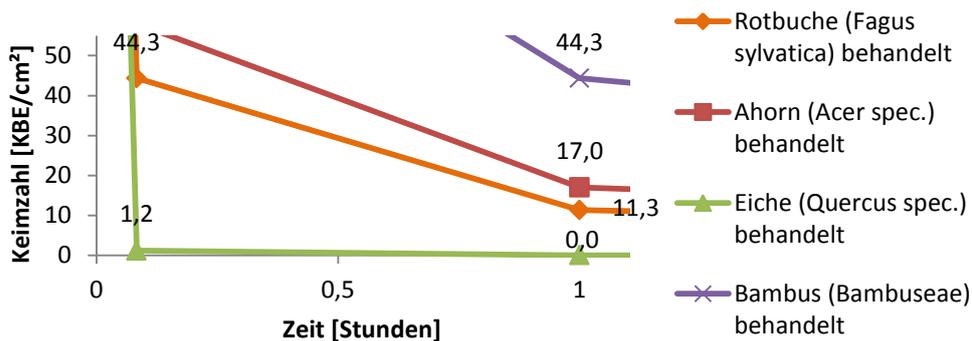
Grafik 80: Keimreduktion auf den Kunststoffen in 5 Stunden (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Holzarten und dem behandelten Bambus in 5 Stunden



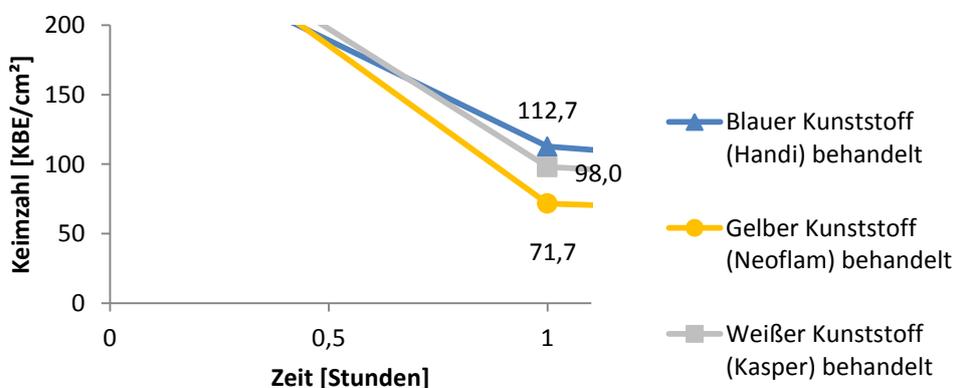
Grafik 81: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 5 Stunden (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Holzarten und dem behandelten Bambus in 1 Stunde



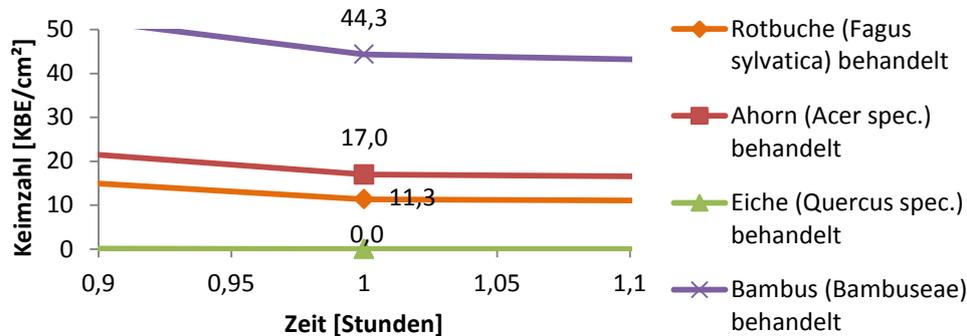
Grafik 82: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Kunststoffen in 1 Stunde



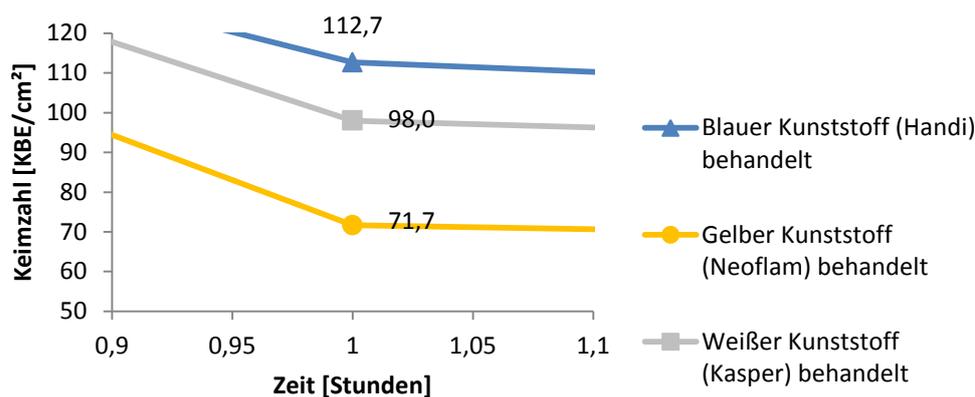
Grafik 83: Keimreduktion auf Kunststoffen in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Holzarten und dem behandelten Bambus nach 1 Stunde



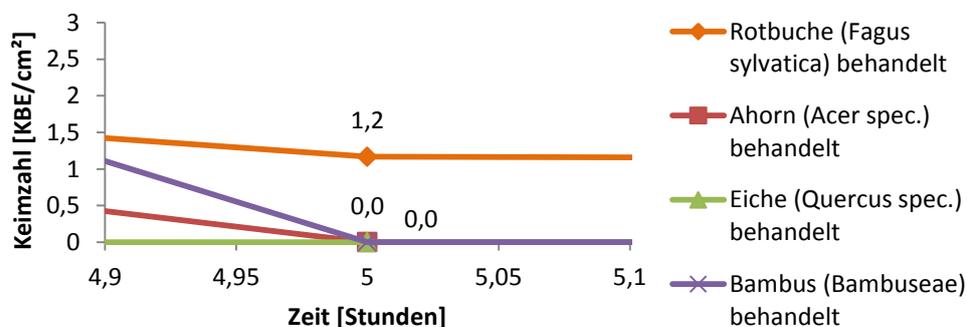
Grafik 84: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus nach 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Kunststoffen nach 1 Stunde



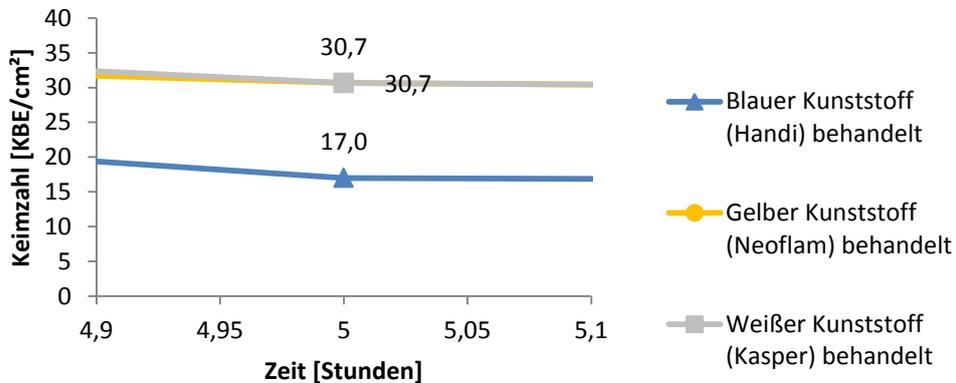
Grafik 85: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 1 Stunde (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Holzarten und dem behandelten Bambus nach 5 Stunden



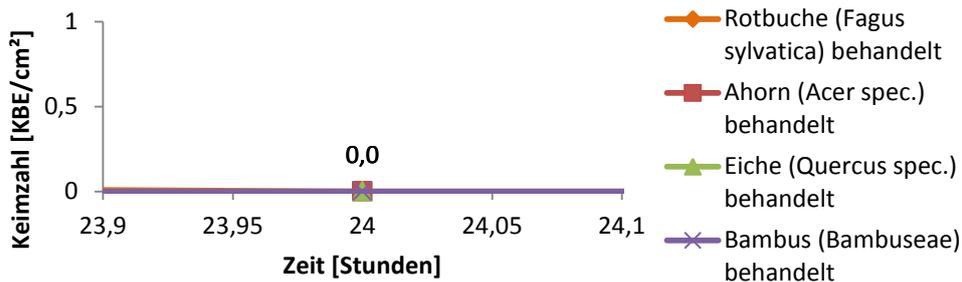
Grafik 86: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus nach 5 Stunden (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Kunststoffen nach 5 Stunden



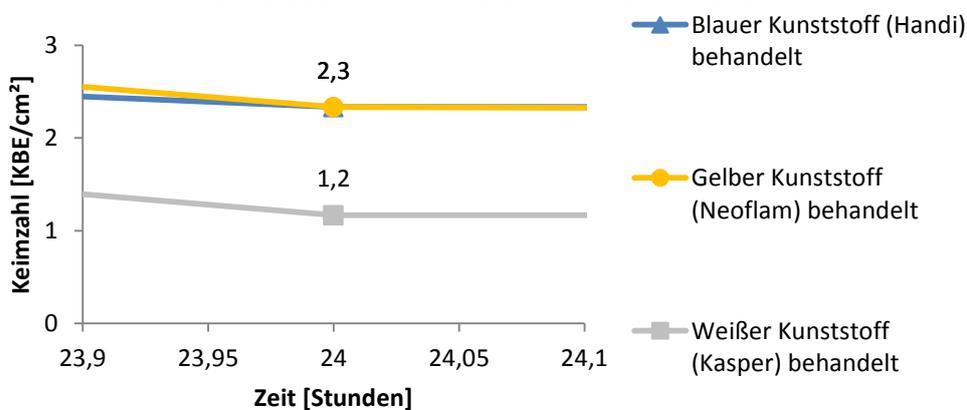
Grafik 87: Keimreduktion auf Kunststoffen nach 5 Stunden (behandelte Oberfläche)

Keimreduktion auf den behandelten Holzarten und dem behandelten Bambus nach 24 Stunden



Grafik 88: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus nach 24 Stunden (behandelte Oberfläche)

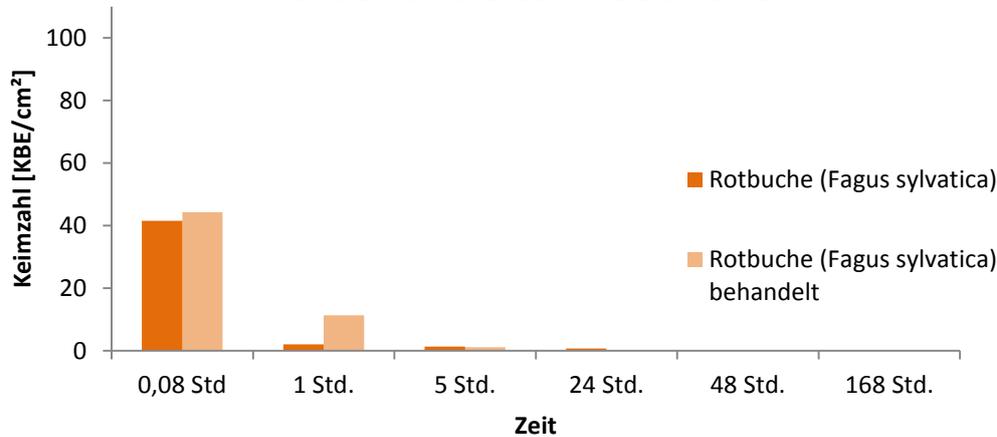
Keimreduktion auf den behandelten Kunststoffen nach 24 Stunden



Grafik 89: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 24 Stunden (behandelte Oberfläche)

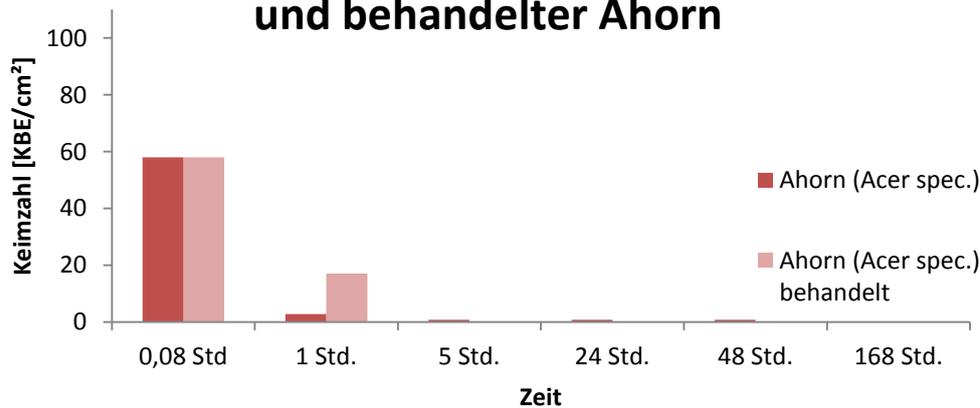
12.5. Unterschiede in der Keimreduktion von behandelten und unbehandelten Oberflächen

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandelter Rotbuche



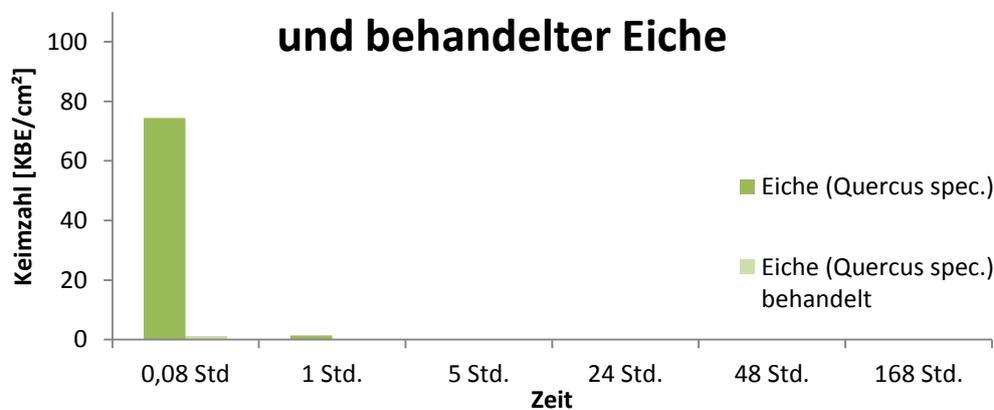
Grafik 90: Keimreduktion auf von un- und behandelter Rotbuche

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandelter Ahorn



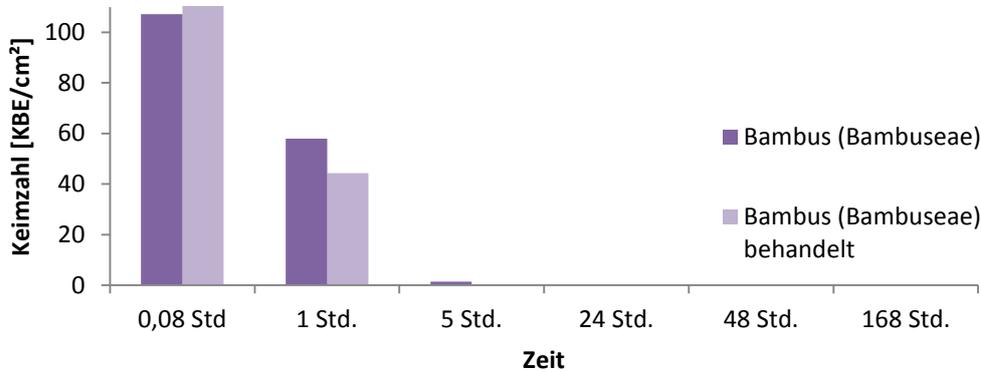
Grafik 91: Keimreduktion auf von un- und behandeltem Ahorn

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandelter Eiche



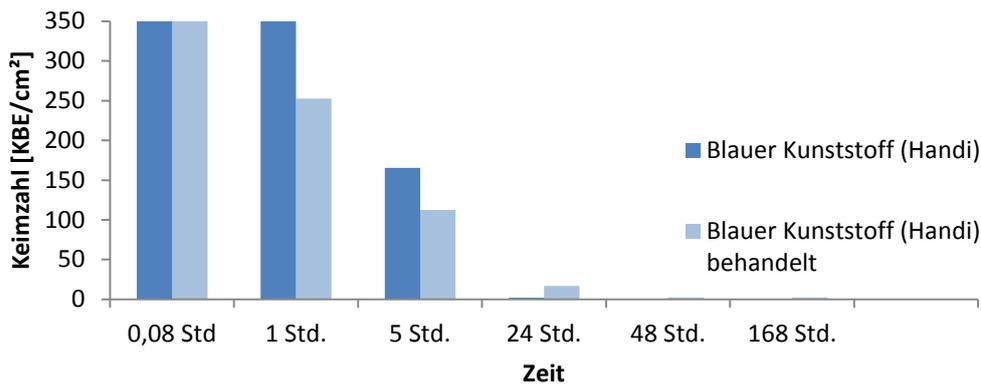
Grafik 92: Keimreduktion auf von un- und behandelter Eiche

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandeltem Bambus



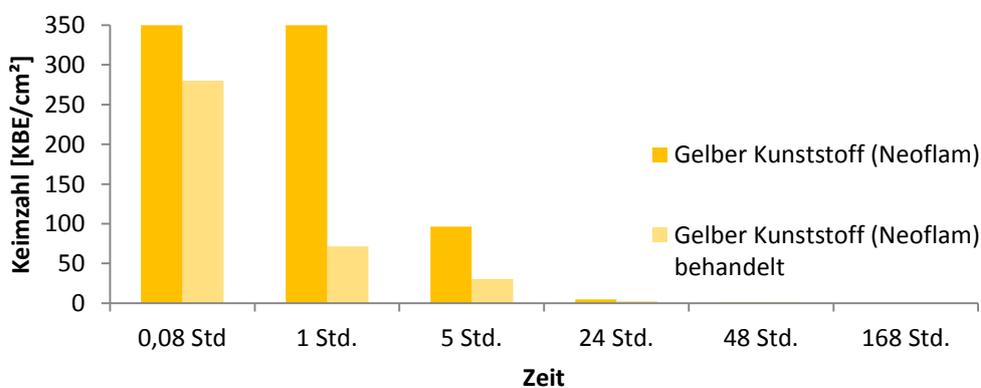
Grafik 93: Keimreduktion auf von un- und behandeltem Bambus

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandeltem blauen Kunststoff



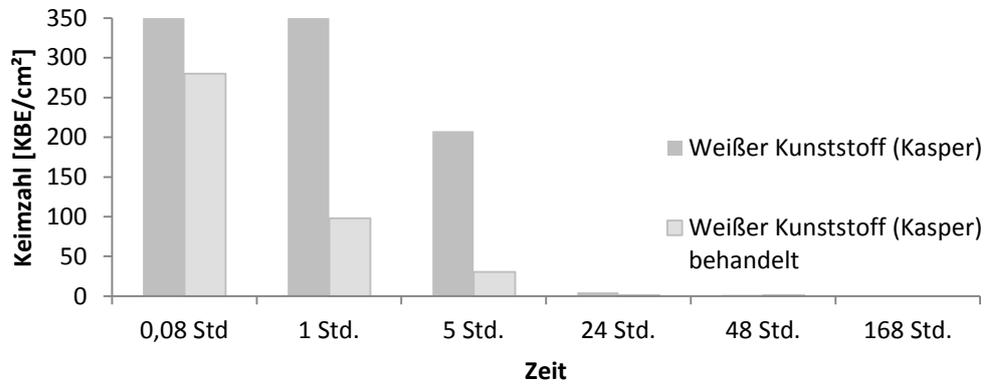
Grafik 94: Keimreduktion auf von un- und behandeltem blauen Kunststoff

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandeltem gelben Kunststoff



Grafik 95: Keimreduktion auf von un- und behandeltem gelben Kunststoff

Unterschied der Keimreduktion von un- und behandelter weißen Kunststoff



Grafik 96: Keimreduktion auf von un- und behandeltem weißen Kunststoff

12.6. Reinigungsverfahren im Vergleich auf den Proben mit behandelter Oberfläche

Tabelle 24: Reinigungsverfahren mit Rotbuche, Ahorn und Eiche

Reinigungsverfahren				Reinigung danach mit				
Probe	Nr	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	kalten Wasser [KBE/cm ²]	warmen Wasser [KBE/cm ²]	Reinigungsmittel [KBE/cm ²]		
Rotbuche (Fagus sylvatica)	9	behandelt	10 ⁷	58				
	10			58				
	11			0				
	12						17	
	13						17	
	14						58	
	15							0
	16							0
	17							0
			Mittelwert	38,67	30,67	0,00		
Ahorn (Acer spec.)	9	behandelt	10 ⁷	17				
	10			58				
	11			17				
	12						17	
	13						17	
	14						0	
	15							0
	16							3,5
	17							0
			Mittelwert	30,67	11,33	1,17		
Eiche (Quercus spec.)	9	behandelt	10 ⁷	58				
	10			17				
	11			58				
	12						58	
	13						58	
	14						17	
	15							0
	16							0
	17							0
			Mittelwert	44,33	44,33	0,00		

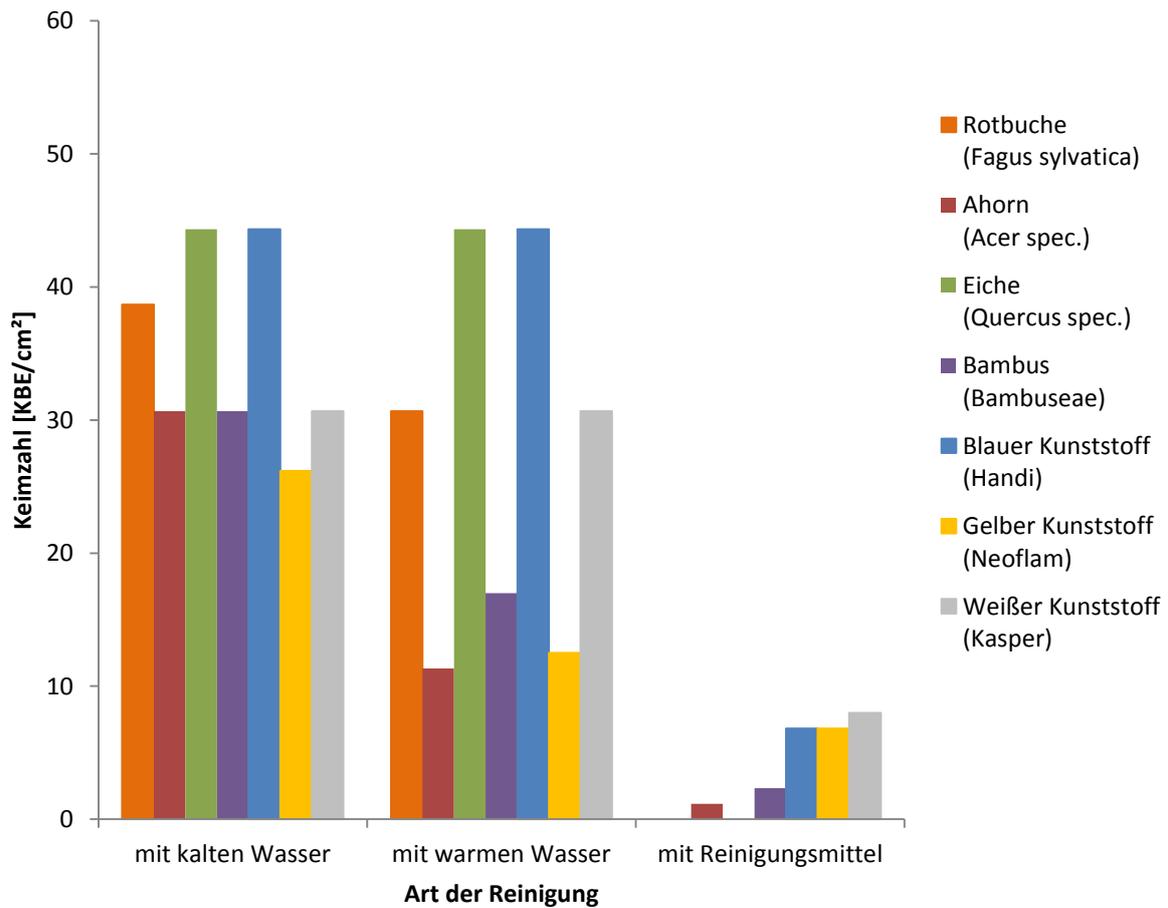
Tabelle 25: Reinigungsverfahren mit Bambus, blauen Kunststoff und gelben Kunststoffen

Reinigungsverfahren				Reinigung danach mit		
Probe	Nr	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	kalten Wasser [KBE/cm ²]	warmen Wasser [KBE/cm ²]	Reinigungsmittel [KBE/cm ²]
Bambus (Bambuseae)	9	behandelt	10 ⁷	58		
	10			17		
	11			17		
	12			17		
	13			17		
	14			17		
	15			3,5		
	16			0		
	17			3,5		
			Mittelwert	30,67	17,00	2,33
Blauer Kunststoff (Handi)	9	behandelt	10 ⁷	17		
	10			58		
	11			58		
	12			58		
	13			58		
	14			17		
	15			17		
	16			3,5		
	17			0		
			Mittelwert	44,33	44,33	6,83
Gelber Kunststoff (Neoflam)	9	behandelt	10 ⁷	17		
	10			58		
	11			3,5		
	12			17		
	13			3,5		
	14			17		
	15			3,5		
	16			0		
	17			17		
			Mittelwert	26,17	12,50	6,83

Tabelle 26: Reinigungsverfahren mit weißem Kunststoff

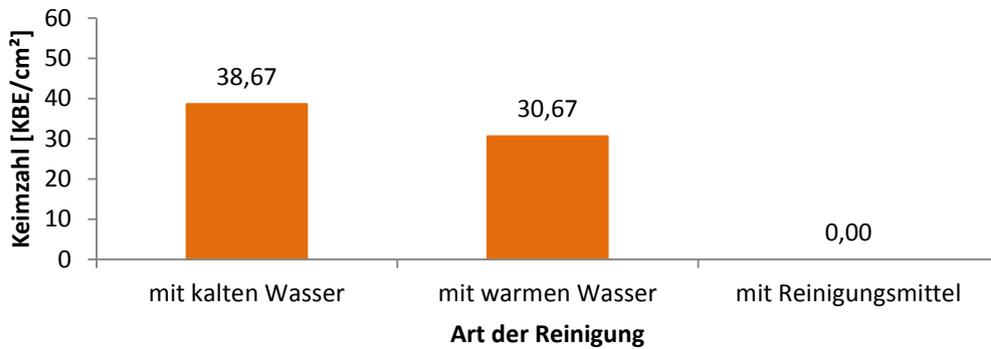
Reinigungsverfahren				Reinigung danach mit		
Probe	Nr	Oberfläche	Testlösung [KBE/ml]	kalten Wasser [KBE/cm ²]	warmen Wasser [KBE/cm ²]	Reinigungsmittel [KBE/cm ²]
Weißer Kunststoff (Kasper)	9	behandelt	10 ⁷	17		
	10			58		
	11			17		
	12			58		
	13			17		
	14			17		
	15			3,5		
	16			17		
	17			3,5		
Mittelwert				30,67	30,67	8,00

Keimreduktion nach dem Waschen



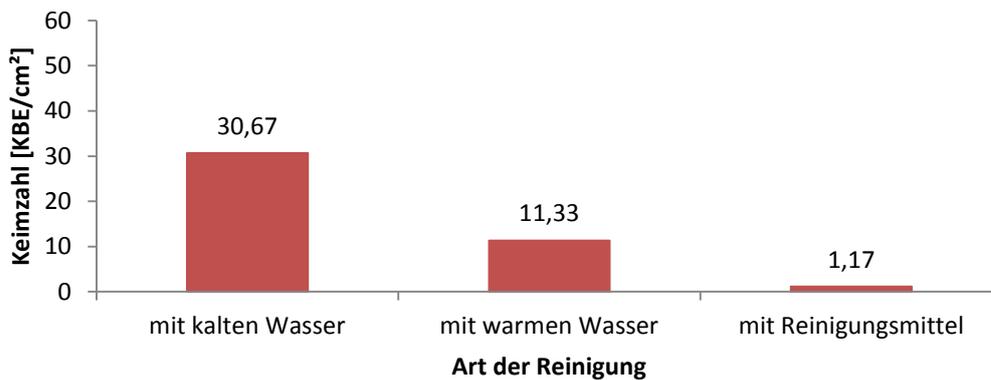
Grafik 97: Keimreduktion nach dem Waschen aller Proben

Keimreduktion nach dem Waschen bei Rotbuche



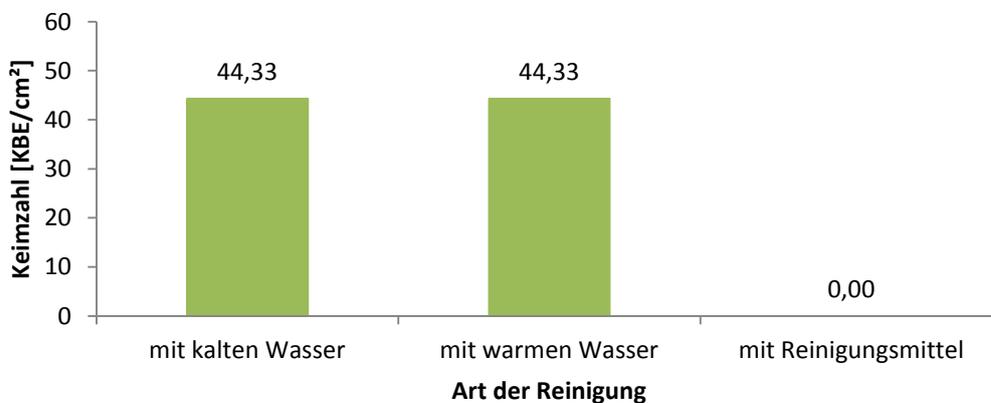
Grafik 98: Keimreduktion nach dem Waschen bei Rotbuche

Keimreduktion nach dem Waschen bei Ahorn



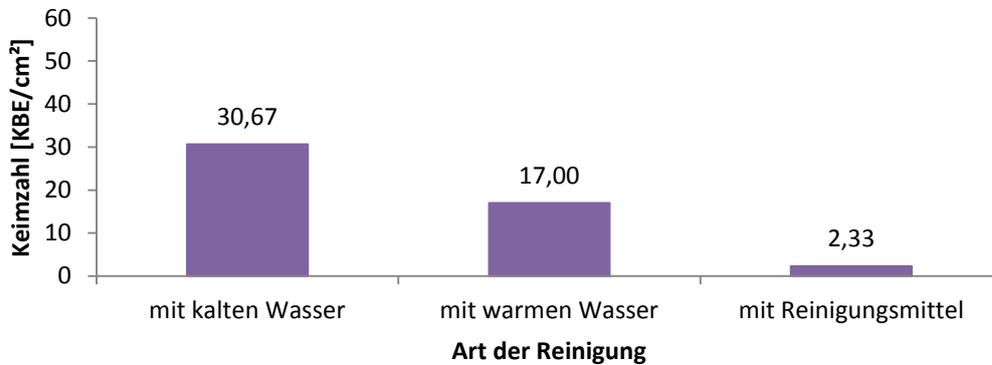
Grafik 99: Keimreduktion nach dem Waschen bei Ahorn

Keimreduktion nach dem Waschen bei Eiche



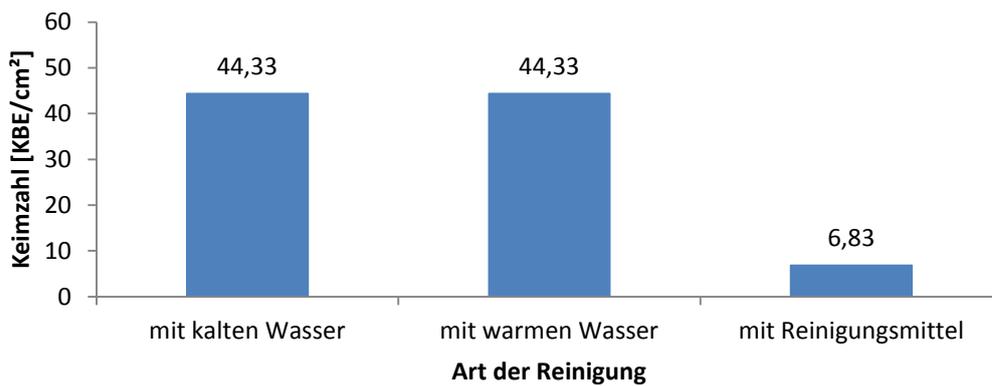
Grafik 100: Keimreduktion nach dem Waschen bei Eiche

Keimreduktion nach dem Waschen bei Bambus



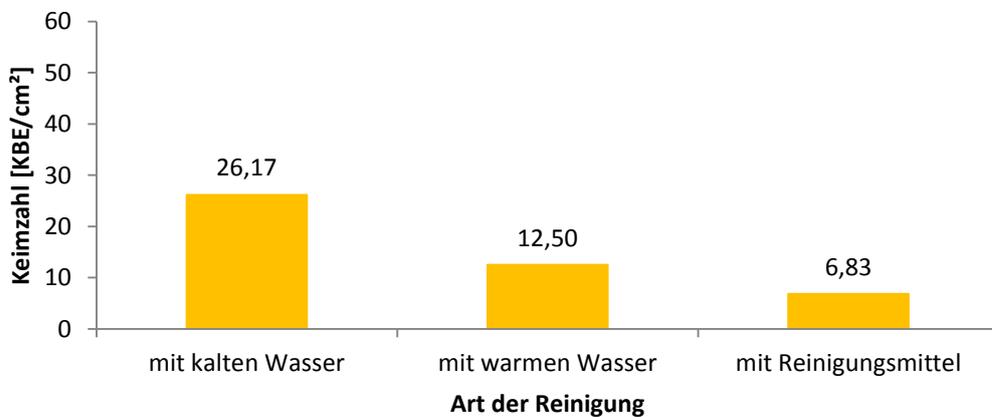
Grafik 101: Keimreduktion nach dem Waschen bei Bambus

Keimreduktion nach dem Waschen bei blauen Kunststoff



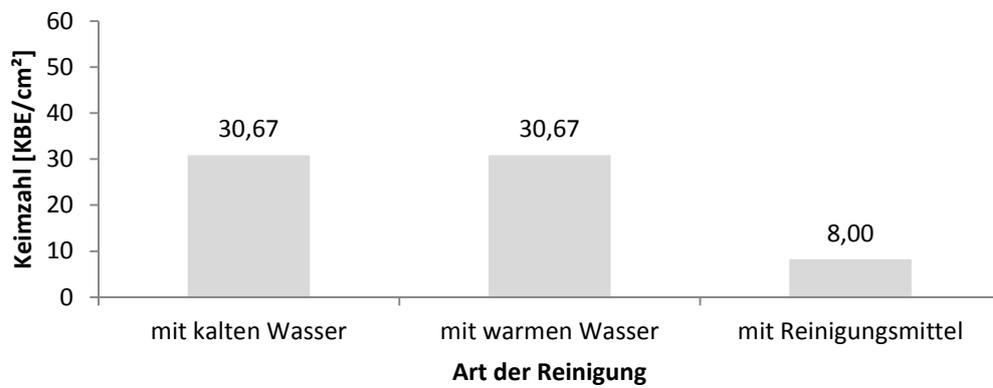
Grafik 102: Keimreduktion nach dem Waschen bei blauem Kunststoff

Keimreduktion nach dem Waschen bei gelben Kunststoff



Grafik 103: Keimreduktion nach dem Waschen bei gelbem Kunststoff

Keimreduktion nach dem Waschen bei weißen Kunststoff



Grafik 104: Keimreduktion nach dem Waschen bei weißen Kunststoff

12.7. Bestimmung von Bisphenol A

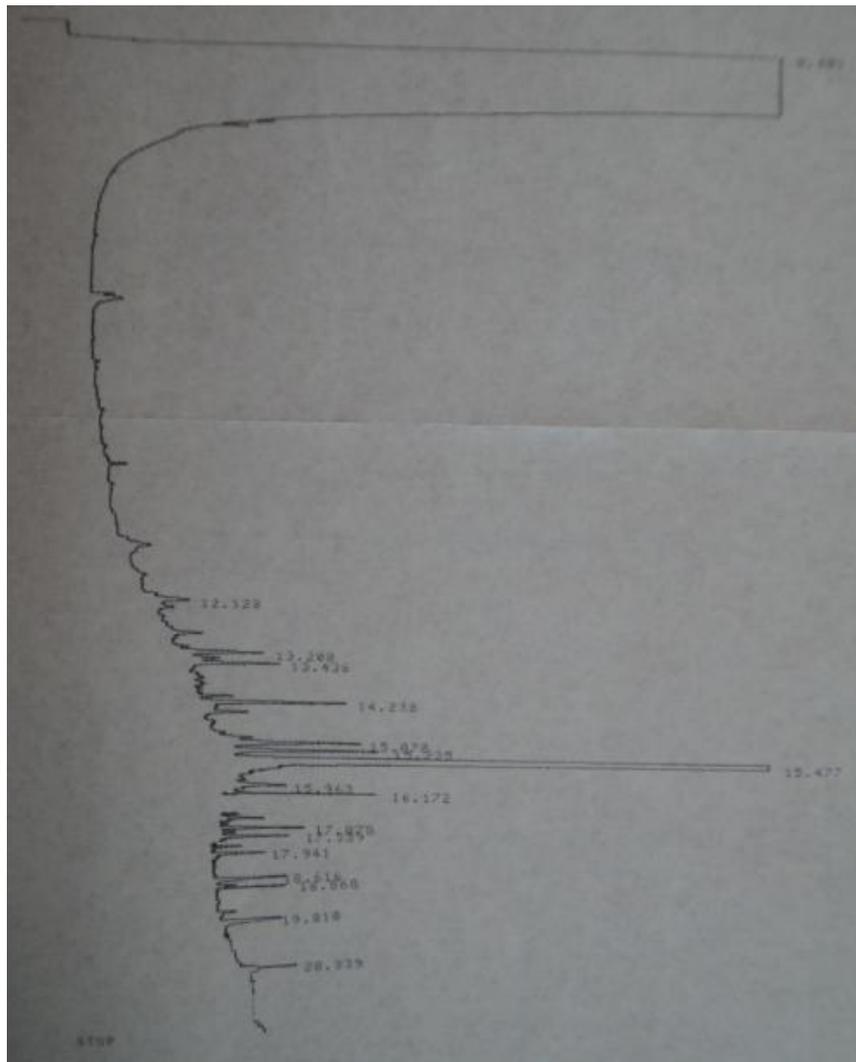


Abbildung 20: Ergebnis der Vergleichsprobe (97%iges Bisphenol A)

```

RUN#      5          MAY 14, 1912  02:32:11

AREA%
  RT      AREA TYPE  WIDTH  AREA%
  .401  73196160 ISPH  .249  96.67133
 12.128   45347   PV   .105   .05989
 13.208   57186   BV   .067   .07553
 13.436   51832   VB   .055   .06846
 14.238   68046   PB   .046   .08987
 15.078   86028   VV   .059   .11362
 15.225   81346   VP   .051   .10743
 15.477  1785628   PB   .077   2.35831
 15.963   38846   PP   .078   .05825
 16.172   66978   PB   .044   .08846
 17.078   48513   BP   .045   .05351
 17.339   34908   BB   .051   .04610
 17.941   22664   PB   .041   .02993
 18.616   48827   BB   .055   .05392
 18.868   32788   VB   .045   .04319
 19.810   37509   VB   .058   .04954
 20.939   38922   BB   .056   .04884

TOTAL AREA=7.5717E+07
MUL FACTOR=1.0000E+00
    
```

Abbildung 21: tabellarisches Ergebnis der Vergleichsprobe (97%iges Bisphenol A)

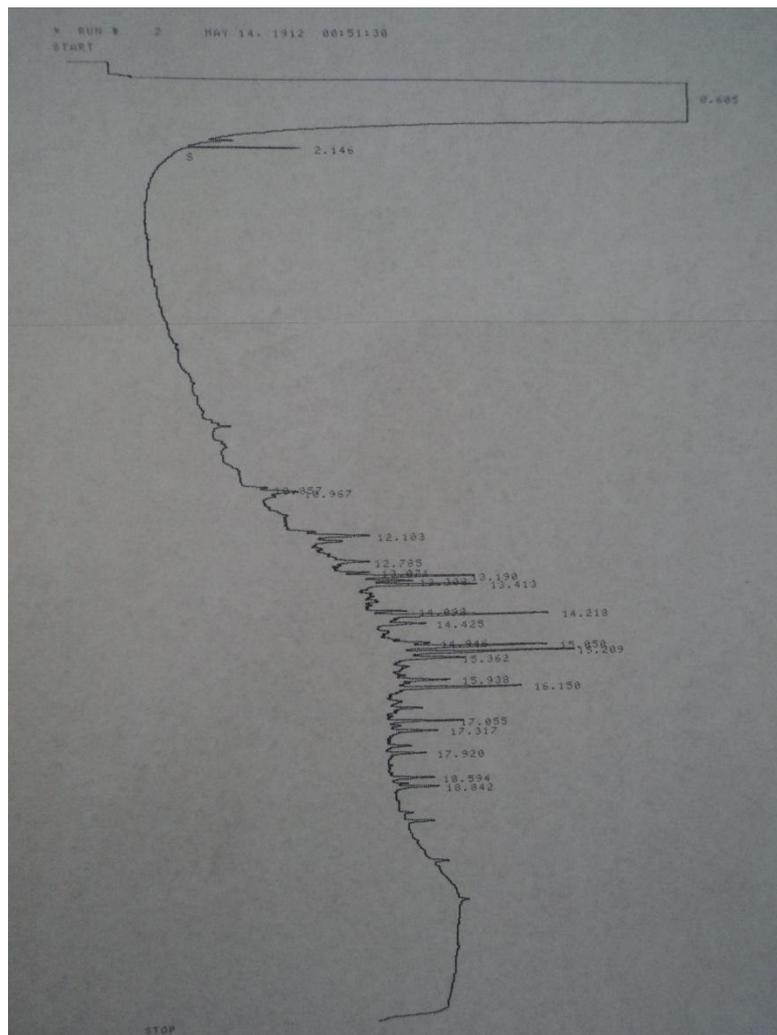


Abbildung 22: Ergebnis des blauen Kunststoffes

RT	AREA	AREA%	WIDTH	TYPE
0.605	242202960	99.38678	.513	SB
2.146	30170	.01233	.020	TP
10.857	6578	.00270	.032	PV
10.967	46595	.01912	.083	VV
12.103	82476	.03384	.087	VV
12.785	52338	.02148	.097	BP
13.071	16106	.00661	.041	PV
13.190	101555	.04167	.061	VV
13.308	48634	.01998	.062	VV
13.413	84758	.03478	.054	VB
14.098	17315	.00711	.035	PB
14.218	111481	.04575	.050	BB
14.425	23854	.01184	.052	BP
14.946	56157	.02304	.087	PV
15.058	159058	.06527	.071	VV
15.209	160365	.06580	.062	VV
15.362	99002	.04062	.092	VV
15.938	98057	.04024	.117	VV
16.150	107867	.04426	.060	VB
17.055	49489	.02031	.048	BV
17.317	54657	.02243	.078	VV
17.920	30135	.01237	.056	PB
18.594	28558	.01172	.050	BB
18.842	24528	.01006	.044	BB
TOTAL AREA=2.4370E+08				
MUL FACTOR=1.0000E+00				

Abbildung 23: tabellarisches Ergebnis des blauen Kunststoffes

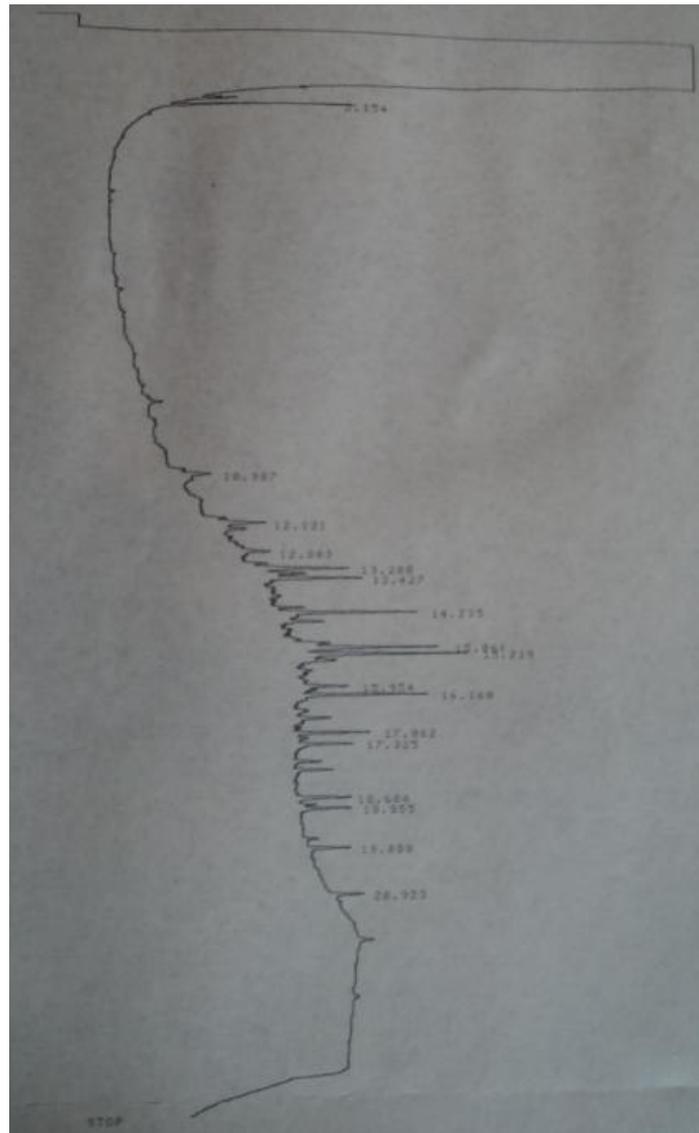


Abbildung 24: Ergebnis des gelben Kunststoffes

```

RUN#      3          MAY 14. 1912  01:23:42
AREA#
  RT      AREA TYPE  WIDTH  AREA%
  2.154   46144  BB    .020   5.23357
  12.121  58241  VV    .089   6.60559
  12.803  61205  VB    .152   6.94177
  13.200  76734  VV    .066   8.70304
  13.427  78156  VB    .063   8.86432
  14.235  86293  PB    .054   9.78721
  15.061  97188  VP    .059  11.02290
  15.219  34404  PB    .044   3.97295
  15.954  35069  VV    .064   3.97747
  16.160  65717  PB    .044   7.45351
  17.062  37403  BB    .043   4.24218
  17.325  39878  BP    .060   4.52289
  18.604  36578  BV    .055   4.14771
  18.855  33954  VB    .054   3.85100
  19.800  28120  PB    .056   3.18932
  20.923  16616  BB    .044   1.88456

TOTAL AREA= 881692
MUL FACTOR=1.0000E+00
    
```

Abbildung 25: tabellarisches Ergebnis des gelben Kunststoffes

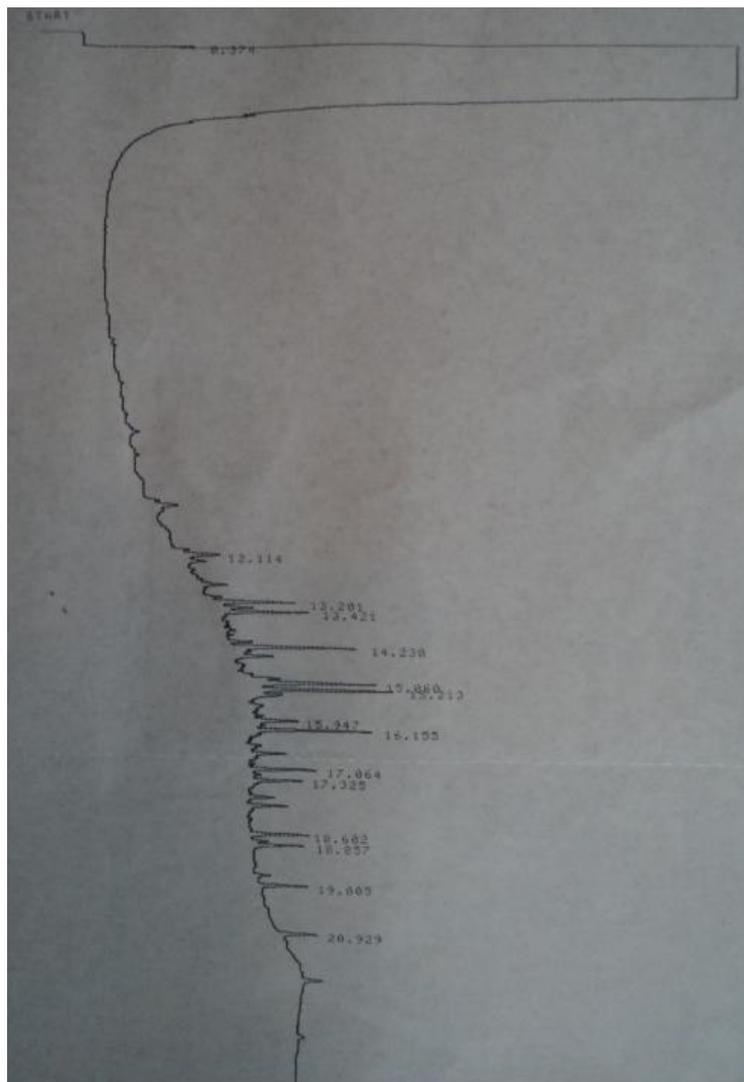


Abbildung 26: Ergebnis des weißen Kunststoffes

RT	AREA	TYPE	WIDTH	AREA%
12.114	55055	PV	.110	3.10326
13.201	57923	VV	.059	3.26492
13.421	51282	VB	.050	2.89059
14.230	77220	PB	.054	4.35263
15.060	95912	VV	.064	5.40623
15.213	93983	VV	.056	5.29750
15.947	26658	PB	.058	1.50262
16.155	58784	PB	.044	3.31346
17.064	35386	BV	.046	1.99459
17.325	33255	PB	.058	1.87447
18.602	37820	BP	.055	2.13179
18.857	33975	VB	.055	1.91506
19.805	30528	PB	.053	1.72076
20.929	7316	PB	.017	.41238
25.160	1079003	ISPP	.007	60.81973

TOTAL AREA=1774100
MUL FACTOR=1.00000E+00

Abbildung 27: tabellarisches Ergebnis des weißen Kunststoffes

13. Diskussion

Bei der Umfrage stellte sich heraus, dass die Mehrheit der Befragten sowohl Kunststoff- als auch Holzschneidbretter im Haushalt besitzen (siehe Grafik 2). Schneidbretter, ausschließlich aus Holz sind aber daneben das zweithäufigste Material. Kunststoffe und andere Materialien, wie Stein und Glas, machen nur knapp über 20% aus. Trotzdem befürworten viele die Glas- und Steinschneidbretter, da sie angeblich besser zum Abwaschen sind. Auch von der Hygiene des Kunststoffes ist man laut der Befragung überzeugt. Ein geringer Prozentsatz, nämlich 25% glaubt dabei, dass Holz hygienischer ist. Die Mehrheit begründete aber das Gegenteil (siehe Grafik 3). Als Grund wurden die unhygienischen Rillen im Holz und die schlechte Reinigung genannt. Kunststoff soll angeblich durch weniger Aufwand sauberer werden, als Holz, das man gewissenhafter Waschen müsste. Argumente für Kunststoff waren zudem das Aussehen und die bequeme Reinigung im Geschirrspüler. Holz ist hier ungeeigneter, da es bei schlechter Herstellung schusselt und sich windet. Ein paar der Befragten erzählten von Vorfällen bei denen das Holzbrett im Geschirrspüler zerstört wurde. Dies ist nur mit einer schlechten Verarbeitung zu erklären. Die Holzbefürworter sprachen von der Natürlichkeit und der damit verbundenen Nachhaltigkeit. Die Rede von Giftstoffen war auch vorhanden. Die befragten Personen, die Holz als hygienischer ansahen, sind der Meinung, dass die kleinen Holzstücke die über die Nahrung aufgenommen werden können, besser sind als die von Kunststoff. Ein Teilnehmer der Umfrage beschrieb dieses Thema mit folgenden Satz: „Kunststoff ist hygienischer aber ungesund und Holz ist unhygienisch aber gesund“. Dieser Satz spiegelte die hauptsächliche Meinung der Befragten wieder. Holz wurde aber auch mit den Wörtern „sympathisch“, „lässig“ und „Tradition“ in Verbindung gebracht. In den Grafiken 4 und 5 sieht man eindeutig die Tendenz der Jugend zu moderneren Materialien als Schneidunterlage. Hier fielen oft Begriffe wie Stein und Glas und einer der Befragten unter 25 Jährigen behauptete, dass Holz von Haus aus Bakterien aufweist. Die ältere Generation und vor allem Pensionisten, waren von Holz überzeugt und behaupteten, dass Holz jung hält. Man konnte an der Umfrage auch erkennen, dass vielen Menschen die Gesundheit und Hygiene wichtig ist, aber für genauso viele diese Thematik keine Rolle in ihren Leben spielt.

Der Kontakt mit Oberflächen erwies sich als sehr interessant. Bei den unbehandelten Oberflächen aus Tabelle 6 und Grafik 8 konnte eine deutlich geringere Trocknungszeit im Vergleich zu den Kunststoffen erkannt werden. Die Kunststoffe zeigten innerhalb von 12 Stunden kein Ergebnis. Rotbuche und Ahorn zeigten ein schnelles Eindringen in das Holz. Auch das Eichenhirnholz zeigte im Vergleich zur Eichenprobe (längs) einen erheblichen Unterschied. Bambus zeigte auch ein langsames Eindringen aber trotzdem ein besseres als die Kunststoffe. Die Ergebnisse, aus Tabelle 7 und Grafik 9, der behandelten Oberflächen spiegelte dies nicht wieder. Die Oberflächen der Kunststoffe zeigten keinen Unterschied. Hier war wieder ein Tropfen nach 12 Stunden zu sehen. Die Oberflächen der Holzarten waren hingegen innerhalb einer Stunde trocken. Die Unterschiede von behandelter und unbehandelter Oberfläche zeigten sich bei Eiche und Bambus deutlich. Grund dafür ist, dass durch die aufgeraute Oberfläche keine Tropfen auf der Oberfläche entstanden. Durch die dünne nasse Schicht auf den Holzproben konnten die Zellen und die Luft besser zur Austrocknung beitragen, als ein verhältnismäßig dicker Tropfen. Am Kunststoff waren diese Tropfen auch auf den behandelten Oberflächen zu sehen (siehe Bild 5 bis Bild 8). Daher war keine Verbesserung der Trocknungszeit möglich.

Die Keimreduktion war bei allen Proben zu sehen. Unterschiede zwischen den Proben ergaben sich nur in der Geschwindigkeit des Bakterienabbaus.

Die Ergebnisse von Rotbuche, Ahorn und Eiche (ab Grafik 10) erwiesen eine gute Korrelation (r), die aber aufgrund des geringen Probenumfangs und der daher langen Zeitabschnitte zu erwarten war. Bei den 6 Zeitabschnitten (nach 5 Minuten, nach 1 Stunde, nach 5 Stunden, nach 1 Tag, nach 2 Tagen und nach 1 Woche) ist besonders auf die Unregelmäßigkeit zu achten.

Bei Bambus und den Kunststoffen ist ebenfalls die gute Korrelation zu erkennen. Es sind bereits jetzt (ab Grafik 25) die höheren Keimzahlen und die länger andauernde Keimreduktion zu sehen.

Im Vergleich zu der Keimreduktion auf allen Proben (Grafik 37), ist die Keimreduktion der Kunststoffe erheblich langsamer. Besonders am Anfang ist die Reduktion gleich Null und wird erst nach 5 Stunden sichtbar. Auch Bambus kann nicht mit diesen rapid sinkenden Keimzahlen mithalten. Trotzdem weist er ein besseres Verhalten gegenüber den Kunststoffen auf. Bei den Kunststoffen selber ist ein Unterschied nach 5 Stunden erkennbar. Der weiße Kunststoff weist ein wesentlich schlechteres Verhalten als der gelbe Kunststoff auf. Der blaue Kunststoff ist in der Mitte der beiden zu finden.

Bei den Holzarten ist in Grafik 37 zu sehen, dass die Keimzahlen schnell auf 0 sind. Der Unterschied ist in Grafik 38 sehr gut zu sehen, da der Verlauf von Ahorn, Eiche und Rotbuche fast senkrecht nach unten führt. Der Bakterienwert wird zum Schluss hin ein wenig flacher und ist bald nicht mehr nachweisbar. An dieser Stelle sind die Kunststoffproben noch nicht gesunken und selbst ab dem Zeitpunkt des Sinkens, ist der Verlauf nicht gleich schnell auf 0. Die Grafiken 40 und 41 zeigen noch einmal deutlich, dass bei gleicher Wahl des Koordinatensystems die Holzarten schnell nicht mehr erkannt werden konnten.

Nach 1 Stunde baute sich bei Kunststoff der Bakterienwert nicht ab und erst dann, wo die Werte von Holz unter 3 KBE/cm^2 gerieten, sank der Kunststoff von 350 KBE/cm^2 . Erst nach 24 Stunden zeigte der Abklatsch von Kunststoffen eine niedrige Keimzahl.

Ein Vergleich zu harzprägnierten Proben hat gezeigt, dass die Keimreduktion langsamer voranschreitet. Dies ist wie auch bei Kunststoff, auf die längere Trocknungszeit zurückzuführen. Durch eine Beschichtung dauert es länger, bis das Wasser gebunden oder verdunstet ist und steht den Krankheitserregern länger zur Verfügung. Ein Unterschied wurde bei den Versuchen selbst festgestellt. Hier war bei den harzprägnierten Proben der Rotbuche im Vergleich zu den Unbehandelten, die Oberfläche länger feucht. Ein weiterer Vergleich zu Hirnholz hat in dieser Diplomarbeit ebenfalls stattgefunden. Die Proben von Eiche wurden in 2 anatomische Richtungen verunreinigt. In Grafik 54 erwies sich dies als eine leichte Verbesserung. Grund dafür war wieder die Trocknungszeit. Holz kann über das „Hirn“ generell schneller Wasser aufnehmen. Dies wurde auch in den Versuchen bestätigt (siehe Grafik 8), die bei Eiche eine fast fünffache Beschleunigung der Zeit bis zum vollständigen austrocknen, ausmachte.

Somit gilt, je länger die Oberfläche feucht ist, umso länger überleben die Keime! Wie erwartet waren daher die (praxisnahen) Proben, die an der Oberfläche aufgeraut waren und Kerben aufzeigten, für die Keime tödlicher. Die Holzproben waren innerhalb kürzester Zeit trocken und die Abklatschtests negativ auf Kolonien. Natürlich sind die niedrigen Werte auch auf eine Verlagerung zurückzuführen, jedoch zeigt die Versuchsreihe der unbehandelten Oberflächen das antibakterielle Verhalten bei Trockenheit, das auf die schnell ausgetrockneten Kerben angewandt werden kann. Die Kerben der Kunststoffe können jedoch diesen Vorteil nicht ausspielen, womit das bessere antibakterielle Verhalten bestätigt wäre. Die Kunststoffe halten das Wasser in den Kerben fest, ähnlich wie ein Schwimmbecken. Dadurch verdunstet es wegen der geringen Oberfläche auch wesentlich langsamer und die Bakterien können überleben. Die Grafik 74 zeigt die Veränderung im Gegensatz zu den unbehandelten Oberflächen. Die schnelle Keimreduktion ist also mit der Verlagerung zu

erklären, die aber bei Holz positive Auswirkungen mit sich bringt. Nach 1 Stunde (Grafik 85 und 86) sieht man jedoch noch immer einen großen Unterschied und selbst nach 5 Stunden, wo die Keimzahlen an der direkten Oberfläche bei Holz auf 0 sind.

Die Vergleiche von den behandelten und unbehandelten Oberflächen (ab Grafik 90) zeigen am Anfang kaum Veränderung, sogar waren sie nach 1 Stunde bei Ahorn und Rotbuche etwas höher, jedoch schon nach 5 Stunden auf 0. Die Verbesserung der Keimreduktion bei den Kunststoffproben ist jedoch nicht so anzusehen, da dies nur für die Oberfläche gilt und keine antibakterielle Wirkung festgestellt worden ist. Diese hätte sich schon bei den unbehandelten Proben abzeichnen müssen.

Der in Grafik 1 dargestellte Verlauf des Überlebens von Bakterien konnte nicht bestätigt werden. Der gelbe Kunststoff wies keine großen Unterschiede zu den anderen Kunststoffvertretern auf und auch das Wachstum der Bakterien in diesem Ausmaß innerhalb von 24 Stunden konnte nicht festgestellt werden. Es könnten andere Bedingungen gewählt worden sein oder eine andere Verunreinigung gewählt worden sein. Ebenfalls konnte der leicht angedeutete Fall der Bakterienwerte in einem Tag durch Microban nicht festgestellt werden.

Die Reinigung fiel als sehr interessant aus. In Grafik 97 ist die Keimreduktion durch anschließendes Waschen noch bei ein paar Proben auf über 40 KBE/cm². Es zeigte sich, dass ein kurzes Abwaschen nicht genug ist und dass der Einsatz von Reinigungsmittel notwendig ist, um gleich nach der Verunreinigung niedrige Bakterienwerte vorzufinden. Aus der Grafik zeigt sich auch, dass Holz nicht, wie fälschlich behauptet, schlecht zu reinigen ist. Bei der Reinigung mit kaltem und warmem Wasser ist kaum ein wesentlicher Unterschied zu erkennen. Bei der Reinigung mit Reinigungsmittel hingegen, stellte sich Holz als ein gut waschbares Material dar. Die Ergebnisse für Eiche, Bambus und Co zeigten geringere Keimzahlen als die Kunststoffe. Somit ist nicht nur die antibakterielle Wirkung von Holz und auch die gute Reinigung ein erheblicher Vorteil in Bezug auf die Hygiene.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit konnten auch Aspekte, wie die Gesundheit der Materialien geprüft werden. Hierzu wurde Bisphenol A (BPA), dessen Wirkung auf den menschlichen Körper, aber auch auf die Umwelt umstritten ist, in den Kunststoffen gesucht. Hier zeigte sich bei den Abbildungen 20 und 21, dass Bisphenol A bei ca. 15,477 Minuten frei wird. Ein anderer Durchgang zeigte einen Peak bei 15,400 Minuten, das die kleine Ungenauigkeit dieser Methode feststellte. Somit wäre, wenn der GC (Gaschromatograph) in diesem Bereich etwas finden würde, dass BPA im Kunststoff erkannt worden ist. Bei den Proben von gelbem und weißem Kunststoff konnte kein eindeutiges Ergebnis auf BPA gefunden werden, jedoch ist es auch dort nicht auszuschließen. Bei dem blauen Kunststoff hat es hingegen einen Ausschlag bei 15,362 Minuten gegeben (siehe Abbildung 22 und 23), der dem BPA nahe kommt. Auch hier kann nicht von einer 100%igen Gewissheit gesprochen werden, jedoch haben die Versuche diesen gefährlichen Stoff nicht ausschließen können.

Deutlich bessere Keimzahlen wies Holz auch in der Tierhaltung auf. Hierzu wurden Tests durchgeführt und Spänematten aus Holz, im Hühnerstall mit Pappeunterlagen verglichen. Hier ist Hygiene besonders wichtig, da der Hühnerkot eine sehr hohe Keimbelastung hat. Bei Holzspänen ist aber auf die Schichten des Kots zu achten. Bei zu viel Kot würden die oberen Schichten nicht in direkten Kontakt mit dem Holz kommen und somit auch die Mikroorganismen nicht. Dies würde zu keiner Verbesserung in der Hygiene führen (**Denise Fürst, 2007**).



13.1. Erklärungsansätze

13.1.1. Einfluss der Holzfeuchte

Die Bakterien können über die Hohlräume in das Holz und werden dort festgehalten. Dadurch gelangt es in tiefere Holzschichten und somit zu einer geringeren Keimzahl an der Oberfläche. Holz ist bestrebt, sich an eine Ausgleichsfeuchte einzustellen, die bei Raumtemperatur ungefähr im Bereich zwischen 10-15% liegt und somit der Umgebung Wasser entzieht. Dadurch entzieht das Material Holz den Mikroorganismen das lebensnotwendige Wasser, das sie auch brauchen um sich zu vermehren. Die Bakterien breiten sich deswegen nicht mehr im Holz aus und werden im Gegensatz zum Kunststoff noch zunehmend abgebaut. Die hygienischen Eigenschaften erwiesen sich somit als gut und im Vergleich zu Kunststoff sogar als sehr gut. Im Grunde gilt, je feuchter die Oberfläche des Materials war, umso mehr Wasser stand den Bakterien zur Verfügung und umso länger überlebten sie. Große Einflussfaktoren sind deshalb die Holzfeuchte und die relative Luftfeuchte im Zusammenspiel mit der Umgebungstemperatur. Bei ständig durchfeuchteten Schneidbrettern, wie sie in der Praxis nicht vorkommen, wäre dieser Aspekt nicht miteinzubeziehen. Hier würde das Holz nicht genug Wasser binden und somit den Organismen günstige Lebensbedingungen anbieten.

Im Gewerbe, wo es Einschränkungen bei dem Einsatz von Holz gibt, sind diese auch dadurch nachvollziehbar. Ein Gespräch mit einem Lebensmittelinspektor stellte fest, dass der Einsatz in Bäckereien oder dergleichen nicht verboten ist, sondern nur dort wo es mit Feuchtigkeit in Berührung kommt. Durch stundenlangen Betrieb, wie in Großküchen, würde ein Holzschneidbrett diesen Vorteil nicht aufweisen. Die feuchte Oberfläche ist dann schwerer abzuwischen und das Holz könnte den Bakterien kein Wasser entziehen. Im normalen Einfamilienhaushalt stellte sich Holz hingegen als ein geeigneter Werkstoff für verschiedene Arbeitsutensilien dar.

13.1.2. Einfluss von Inhaltsstoffen

Weiters wirken die sekundären Extraktstoffe im Holz antibakteriell und ermöglichen zusätzlich einen schnellen Bakterienabbau. Bereits 1975 wiesen Fengel und Grosser das aggressive Verhalten von Gerbstoffen auf die Bakterien, hin. Dieser Faktor hängt besonders von der Holzart ab, da nicht alle derartige Inhaltsstoffe besitzen. Auch der Standort und das Alter der Bäume ist ein Einflussfaktor auf die Inhaltsstoffe. In dieser Diplomarbeit wurden ein extraktstoffreicher, nämlich die Eiche, und ein extraktstoffarmer Vertreter, die Rotbuche, verwendet. Die Unterschiede der 2 Holzarten sind anhand der Grafiken zu erkennen, doch können sie nicht auf die Inhaltsstoffe zurückgeführt werden, da diese im Laufe dieser Arbeit nicht erforscht wurden.

Milling, Fürst und Gebken schrieben jedoch in ihren Arbeiten von sekundären Extraktstoffen und bewiesen ihre Wirkung. Hauptsächlich ist die Rede von Alkohol-Benzol-Extrakten und Polyphenole deren Wirkung antibakteriell ist. Holz wird also zu Unrecht verurteilt, und entscheidend beim Kauf ist eine gute Holz Auswahl.

14. Zusammenfassung

Die gestellte Aufgabe, nämlich die Ermittlung der hygienischen Eigenschaften von Holz, deren Interpretation und eine zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse konnte im vollen Umfang erfüllt werden.

Dabei konnte erkannt und bestätigt werden, dass Holz antibakteriell wirkt und daher ein hygienisches Material ist. Somit können ohne weitere Bedenken Holzschneidbretter eingesetzt werden und sind noch dazu für privaten Gebrauch zu empfehlen. Der Grund dafür geht aus der Trocknungszeit der Oberfläche hervor. Durch das Binden von Wasser in den Zellen finden die Bakterien nicht ausreichend Wasser zum Überleben vor. Dadurch können sie sich weder vermehren noch überleben. Die Inhaltsstoffe mancher Holzarten spielen auch eine große Rolle und tragen zur besseren hygienischen Eigenschaft bei.

Ebenfalls wurde ein Unterschied zwischen Kunststoffen und Holz erkannt. Dieser Unterschied kam dem Holz zugute, da bei sämtlichen Versuchsreihen die verschiedenen Holzarten bessere Eigenschaften als Plastik aufwiesen. Auch im Hinblick auf die Reinigung ist Holz nicht zu benachteiligen, da auch hier gute Ergebnisse der Hölzer erzielt wurden. An dieser Stelle ist auch die Notwendigkeit von Reinigungsmitteln zu erwähnen, da nach der Reinigung mit einfachem Wasser noch eine bedenkliche Anzahl an Keimen festgestellt wurde.

Eine Umfrage bestätigte das Gegenteil, da die Mehrheit der Befragten, Kunststoff als hygienischer einschätzte. Diese Meinung sollte aber, auch aufgrund von Giftstoffen und der Umwelt zuliebe, geändert werden.

Daher lässt sich sagen und festzuhalten, dass Holz, nicht wie fälschlich geglaubt, aufgrund seiner porösen Oberfläche unhygienisch ist! Vielmehr ist dieser natürliche Rohstoff zu empfehlen und sollte in keinem Haushalt fehlen.

15. Summary

The assigned task, namely the determination the hygienic characteristics of wood, its interpretation and a summary of the results' evaluation could be totally.

Thereby it was possible to realize and acknowledge that wood acts antibacterially and thus is a hygienic material. Therefore cutting boards can to be employed without any doubt and they are also advisable for private use. The reason bases on the drying time of the surface. Through the bonding of the water in the cells the bacteria do not have enough water to survive. The ingredients of many types of wood play an important role and contribute to the better hygienic characteristics.

A difference between synthetic material and wood was has also become evident. Furthermore it favours wood, because the types of wood used showed significant assets in test series. In regard to cleaning, wood does not have any disadvantages, because even there, it shows good results. At this point the need for cleaning agents has to be mentioned. Should one clean with water only, an alarming amount of bacteria will still exist.

A survey showed that people assumed the opposite, because the majority of the interviewees estimated synthetic materials to be more hygienic. This point of view has to be changed because of some toxic substances and for the sake of the environment.

It remains to illustrate that wood is not unhygienic because of the porous surface as believed before. In contrast, a good deal more of this natural resource would be advisable in every household.

16. Literaturverzeichnis

- Fürst, D. (2007). Vergleichende Untersuchung der antimikrobiellen Wirksamkeit von sieben verschiedenen Hölzern. Doktorarbeit an der Medizinischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. Br.. 60.
- Gebken, S. (2004). Untersuchungen zur antimikrobiellen Wirkung von Holz unter Berücksichtigung praktischer Anwendungsbereiche. Diplomarbeit an der Fachhochschule in Oldenburg. 11.
- Gilbert, R.J., Watson, H.M. (1971). Some laboratory experiments on various meat preparation surfaces with regard to surface contamination and cleaning. J. Fd. Technol. 6, 163-170.
- Großklaus, D., Levetzow R. (1967). Neue Untersuchungen über die hygienisch – technologischen Eignung von Schneidunterlagen aus Kunststoff. Fleischwirtschaft 47, 38-40.
- Kampelmacher, E.H., Mossel, D.A.A., van Schothorst, M., van Noorle Jansen, L.M. (1971). Quantitative Untersuchungen über die Dekontamination von Holzflächen in der Fleischverarbeitung. Alimenta Sondernummer, 70-76.
- Kelch, F., Palm, A. (1958). Vergleichende Untersuchungen über den Oberflächenkeimgehalt von Holz- und Metalltischflächen in Fleisch verarbeitenden Betrieben. Fleischwirtschaft 10, 17-20.
- Lukowsky, D. (1994). Holz oder Kunststoff - Was ist hygienischer? Holz-Zentralblatt, Stuttgart Nr. 65 / 66, 1079.
- Rödel, W., Hechelmann, H., Dresel, J. (1994). Hygieneaspekte zu Schneidunterlagen aus Holz und Kunststoff. Fleischwirtschaft 74 (8), 814-821.
- Schulz, H. (1995). Holz in Kontakt mit Lebensmitteln. Hat Holz antibakterielle Eigenschaften? Holz-Zentralblatt, Stuttgart Nr. 84, 1395-1396.
- Stiebing, A. (2002). Holz sehr eingeschränkt zugelassen - Zur Verwendung von Holzpaletten in fleischverarbeitenden Betrieben. Fleischwirtschaft 1, 34-35.
- Stingl, R. (2011). Verwendung von Holz in hygienesensiblen Bereichen. Holz und Hygiene, 9.

17. Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten zu Bisphenol A	8
Tabelle 2: Zahlen zu den Kunststoffschneidbrettern in Österreich	9
Tabelle 3: <i>Tränkbarkeitsklassen laut DIN EN 350 – 2</i>	14
Tabelle 4: Maße und Stückzahl der Proben	18
Tabelle 5: Eingestellte Methode am Gaschromatograph	30
Tabelle 6: Trocknungszeit der Proben mit unbehandelter Oberfläche	35
Tabelle 7: Trocknungszeit der Proben mit behandelter Oberfläche	36
Tabelle 8: Keimreduktion auf Rotbuche	38
Tabelle 9: Keimreduktion auf harzprägnierter Rotbuche	38
Tabelle 10: Keimreduktion auf Ahorn	38
Tabelle 11: Keimreduktion auf Eiche	38
Tabelle 12: Keimreduktion auf Eichenhirnholz	39
Tabelle 13: Keimreduktion auf Bambus	39
Tabelle 14: Keimreduktion auf blauem Kunststoff	39
Tabelle 15: Keimreduktion auf gelbem Kunststoff	39
Tabelle 16: Keimreduktion auf weißem Kunststoff	40
Tabelle 17: Keimreduktion bei Rotbuche mit behandelter Oberfläche	57
Tabelle 18: Keimreduktion bei Ahorn mit behandelter Oberfläche	57
Tabelle 19: Keimreduktion bei Eiche mit behandelter Oberfläche	57
Tabelle 20: Keimreduktion bei Bambus mit behandelter Oberfläche	57
Tabelle 21: Keimreduktion bei weißem Kunststoff mit behandelter Oberfläche	58
Tabelle 22: Keimreduktion bei gelbem Kunststoff mit behandelter Oberfläche	58
Tabelle 23: Keimreduktion bei weißem Kunststoff mit behandelter Oberfläche	58
Tabelle 24: Reinigungsverfahren mit Rotbuche, Ahorn und Eiche	74
Tabelle 25: Reinigungsverfahren mit Bambus, blauen Kunststoff und gelben Kunststoffen ..	75
Tabelle 26: Reinigungsverfahren mit weißem Kunststoff	76
Abbildung 1: Abbau der Oberfläche schematisch	6
Abbildung 2: Abbau eines Schneidbrettes in der Praxis	7
Abbildung 3: Herstellung von Bisphenol A	7
Abbildung 4: Rotbuche	10
Abbildung 5: Ahorn	11
Abbildung 6: Eiche	12
Abbildung 7: Bambus	12
Abbildung 8: Bambusschneidbrett	13
Abbildung 9: weißes Kunststoffschneidbrett	15
Abbildung 10: blaues Kunststoffschneidbrett	15
Abbildung 11: gelbes Kunststoffschneidbrett	16
Abbildung 12: Methode zum Ausstreichen der Nährböden	20
Abbildung 13: Auswertetafel zur Bestimmung der Keimzahlen aus Beilagezettel	21
Abbildung 14: Autoklav zur Vernichtung der der Nährbodenträger	22
Abbildung 15: Methode zur Herstellung der Testlösung	27
Abbildung 16: Hilfsmittel zum Auftragen der Testlösung	27
Abbildung 17: Aufbau des Exsikkator für Bebrütung der Nährböden	28
Abbildung 18: Hilfsmittel zur Bearbeitung der Oberfläche	29



Abbildung 19: Unterschied zwischen un- und behandelten Oberflächen	29
Abbildung 20: Ergebnis der Vergleichsprobe (97%iges Bisphenol A)	80
Abbildung 21: tabellarisches Ergebnis der Vergleichsprobe (97%iges Bisphenol A).....	80
Abbildung 22: Ergebnis des blauen Kunststoffes	81
Abbildung 23: tabellarisches Ergebnis des blauen Kunststoffes	81
Abbildung 24: Ergebnis des gelben Kunststoffes	82
Abbildung 25: tabellarisches Ergebnis des gelben Kunststoffes	82
Abbildung 26: Ergebnis des weißen Kunststoffes	83
Abbildung 27: tabellarisches Ergebnis des weißen Kunststoffes.....	83
Bild 1: Klimaraum.....	18
Bild 2: getestete Nährbodenträger	22
Bild 3: Ort für Reinigungsversuche	24
Bild 4: Arbeitsablauf	26
Bild 9: Etikett des gelben Kunststoffeschneidbrettes.....	96
Bild 10: Etikett des blauen Kunststoffeschneidbrettes.....	96
Bild 11: Rückseite des weißen Kunststoffeschneidbrettes.....	97
Bild 12: Vorderseite des weißen Kunststoffeschneidbrettes	97
Bild 13: Vorderseite des Bambusschneidbrettes	98
Bild 14: Rückseite des Bambusschneidbrettes	98
Bild 15: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	99
Bild 16: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	99
Bild 17: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	99
Bild 19: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	100
Bild 20: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	100
Bild 21: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	101
Bild 24: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger	101
Bild 25: Besuch im Schweizerhaus Wien/Prater.....	109
Grafik 1: angebliches bakterielle Verhalten vom gelben Kunststoffschneidbrett im Vergleich zu anderen	17
Grafik 2: Ergebnis der Umfrage: Welches Schneidbrett haben Sie privat?	32
Grafik 3: Ergebnis der Umfrage: Welches Schneidbrett ist hygienischer?.....	32
Grafik 4: Ergebnis der Umfrage (unter 25 Jahre): Welches Schneidbrett ist hygienischer? ...	33
Grafik 5: Ergebnis der Umfrage (ab 25 Jahre): Welches Schneidbrett ist hygienischer?	33
Grafik 6: Ergebnis der Umfrage (Frauen): Welches Schneidbrett ist hygienischer?	34
Grafik 7: Ergebnis der Umfrage (Männer): Welches Schneidbrett ist hygienischer?.....	34
Grafik 8: Trocknungszeit von unbehandelten Oberflächen im Vergleich	35
Grafik 9: Trocknungszeit von behandelten Oberflächen im Vergleich	36
Grafik 10: : Keimreduktion auf Rotbuche (unbehandelte Oberfläche).....	41
Grafik 11: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	41
Grafik 12: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)	41
Grafik 13: Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert (unbehandelte Oberfläche)	42
Grafik 14: Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	42
Grafik 15: Keimreduktion auf Rotbuche harzimprägniert 1 Woche (unbehandelte Oberfläche)	42



Grafik 16: Keimreduktion auf Ahorn (unbehandelte Oberfläche).....	43
Grafik 17: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	43
Grafik 18: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	43
Grafik 19: Keimreduktion auf Eiche (unbehandelte Oberfläche).....	44
Grafik 20: Keimreduktion auf Eiche in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	44
Grafik 21: Keimreduktion auf Eiche in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	44
Grafik 22: Keimreduktion auf Eiche Hirnholz (unbehandelte Oberfläche).....	45
Grafik 23: Keimreduktion auf Eiche Hirnholz in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	45
Grafik 24: Keimreduktion auf Eiche Hirnholz in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	45
Grafik 25: Keimreduktion auf Bambus (unbehandelte Oberfläche).....	46
Grafik 26: Keimreduktion auf Bambus in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	46
Grafik 27: Keimreduktion auf Bambus in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	46
Grafik 28: Keimreduktion auf blauen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche).....	47
Grafik 29: Keimreduktion auf blauen Kunststoff in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	47
Grafik 30: Keimreduktion auf blauen Kunststoff in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	47
Grafik 31: Keimreduktion auf gelben Kunststoff (unbehandelte Oberfläche).....	48
Grafik 32: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	48
Grafik 33: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	48
Grafik 34: Keimreduktion auf weißen Kunststoff (unbehandelte Oberfläche).....	49
Grafik 35: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	49
Grafik 36: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Woche (unbehandelte Oberfläche).....	49
Grafik 37: Keimreduktion auf allen Proben (unbehandelte Oberfläche).....	50
Grafik 38: Keimreduktion auf allen Proben in 24 Stunden (unbehandelte Oberfläche).....	50
Grafik 39: Keimreduktion des besten Kunststoffes und Eiche (unbehandelte Oberfläche).....	51
Grafik 40: Keimreduktion auf den Kunststoffen (unbehandelte Oberfläche).....	51
Grafik 41: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus (unbehandelte Oberfläche).....	51
Grafik 42: Keimreduktion auf den Holzarten (unbehandelte Oberfläche).....	52
Grafik 43: Keimreduktion auf den Kunststoffen und Bambus in 5 Stunden (unbehandelte Oberfläche).....	52
Grafik 44: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 5 Stunden (unbehandelte Oberfläche).....	52
Grafik 45: Keimreduktion auf den Holzarten in 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	53
Grafik 46: Keimreduktion auf den Kunststoffen in 1 Stunde (unbehandelten Oberfläche).....	53
Grafik 47: Keimreduktion auf den Holzarten nach 1 Stunde (unbehandelte Oberfläche).....	53
Grafik 48: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 1 Stunde (unbehandelten Oberfläche).....	54
Grafik 49: Keimreduktion auf den Holzarten nach 5 Stunden (unbehandelten Oberfläche).....	54
Grafik 50: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 5 Stunden (unbehandelten Oberfläche).....	54
Grafik 51: Keimreduktion auf den Holzarten nach 24 Stunden (unbehandelten Oberfläche).....	55
Grafik 52: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 24 Stunden (unbehandelten Oberfläche).....	55
Grafik 53: Keimreduktion auf Rotbuche und harzprägnierter Rotbuche (unbehandelten Oberfläche).....	55
Grafik 54: Keimreduktion auf Eiche und Eichenhirnholz (unbehandelten Oberfläche).....	56
Grafik 55: Keimreduktion auf Rotbuche (behandelte Oberfläche).....	59
Grafik 56: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	59
Grafik 57: Keimreduktion auf Rotbuche in 1 Woche (behandelte Oberfläche).....	59
Grafik 58: Keimreduktion auf Ahorn (behandelte Oberfläche).....	60
Grafik 59: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	60



Grafik 60: Keimreduktion auf Ahorn in 1 Woche (behandelte Oberfläche).....	60
Grafik 61: Keimreduktion auf Eiche (behandelte Oberfläche)	61
Grafik 62: Keimreduktion auf Eiche in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	61
Grafik 63: Keimreduktion auf Eiche in 1 Woche (behandelte Oberfläche).....	61
Grafik 64: Keimreduktion auf Bambus (behandelte Oberfläche)	62
Grafik 65: Keimreduktion auf Bambus in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	62
Grafik 66: Keimreduktion auf Bambus in 1 Woche (behandelte Oberfläche).....	62
Grafik 67: Keimreduktion auf blauen Kunststoff (behandelte Oberfläche).....	63
Grafik 68: Keimreduktion auf blauen Kunststoff in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	63
Grafik 69: Keimreduktion auf blauen Kunststoff in 1 Woche (behandelte Oberfläche)	63
Grafik 70: Keimreduktion auf gelben Kunststoff (behandelte Oberfläche).....	64
Grafik 71: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	64
Grafik 72: Keimreduktion auf gelben Kunststoff in 1 Woche (behandelte Oberfläche)	64
Grafik 73: Keimreduktion auf weißen Kunststoff (behandelte Oberfläche).....	65
Grafik 74: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	65
Grafik 75: Keimreduktion auf weißen Kunststoff in 1 Woche (behandelte Oberfläche)	65
Grafik 76: Keimreduktion auf allen Proben (behandelte Oberfläche)	66
Grafik 77: Keimreduktion auf allen Proben in 24 Stunden (behandelte Oberfläche)	66
Grafik 78: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus (behandelte Oberfläche).....	67
Grafik 79: Keimreduktion auf den Kunststoffen (behandelte Oberfläche).....	67
Grafik 80: Keimreduktion auf den Kunststoffen in 5 Stunden (behandelte Oberfläche).....	67
Grafik 81: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 5 Stunden (behandelte Oberfläche).....	68
Grafik 82: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus in 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	68
Grafik 83: Keimreduktion auf Kunststoffen in 1 Stunde (behandelte Oberfläche)	68
Grafik 84: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus nach 1 Stunde (behandelte Oberfläche).....	69
Grafik 85: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 1 Stunde (behandelte Oberfläche)	69
Grafik 86: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus nach 5 Stunden (behandelte Oberfläche).....	69
Grafik 87: Keimreduktion auf Kunststoffen nach 5 Stunden (behandelte Oberfläche)	70
Grafik 88: Keimreduktion auf den Holzarten und Bambus nach 24 Stunden (behandelte Oberfläche).....	70
Grafik 89: Keimreduktion auf den Kunststoffen nach 24 Stunden (behandelte Oberfläche) ..	70
Grafik 90: Keimreduktion auf von un- und behandelter Rotbuche.....	71
Grafik 91: Keimreduktion auf von un- und behandeltem Ahorn	71
Grafik 92: Keimreduktion auf von un- und behandelter Eiche	71
Grafik 93: Keimreduktion auf von un- und behandeltem Bambus	72
Grafik 94: Keimreduktion auf von un- und behandeltem blauen Kunststoff.....	72
Grafik 95: Keimreduktion auf von un- und behandeltem gelben Kunststoff.....	72
Grafik 96: Keimreduktion auf von un- und behandeltem weißen Kunststoff.....	73
Grafik 97: Keimreduktion nach dem Waschen aller Proben.....	76
Grafik 98: Keimreduktion nach dem Waschen bei Rotbuche.....	77
Grafik 99: Keimreduktion nach dem Waschen bei Ahorn	77
Grafik 100: Keimreduktion nach dem Waschen bei Eiche	77
Grafik 101: Keimreduktion nach dem Waschen bei Bambus	78
Grafik 102: Keimreduktion nach dem Waschen bei blauen Kunststoff.....	78
Grafik 103: Keimreduktion nach dem Waschen bei gelben Kunststoff.....	78



18. Internetverzeichnis

www.plastic-planet.de (7.10.2011)
www.rki.de (8.12.2011)
www.spiegel.de (8.12.2011)
www.wko.at (11.3.2012)
www.wikipedia.org (14.4.2012)
www.aerzteblatt.de (15.4.2012)

19. Anhang

19.1. Etiketten

Microban
integrierter Hygiene-Schutz

- weicher Griff
- mit Safrinne
- spülmaschinenfest
- beidseitig verwendbar
- lebensmittelecht
- schont Messerklingen
- rutscht nicht auf der Arbeitsfläche
- pornefreier – wasserabweisender Kunststoff

36,8 x 25,4 cm

NEOFLAM

Antibakterielles Schneidebrett

Pflegehinweis:
Reinigen Sie das Schneidebrett in der Spülmaschine oder waschen Sie es mit heißem Wasser und etwas Spülmittel ab. Anschließend gründlich abtrocknen.

Culinario nutzt Microban® 3G Silver™ für optimalen antibakteriellen Schutz. Microban® 3G Silver™ bietet aktiven und dauerhaften Schutz gegen das Wachstum von schädlichen Bakterien. Während der Herstellung wird das Microban® 3G Silver™ in das Produkt integriert, um mit reduziertem Risiko von Kreuzkontamination und die Hygiene zwischen den Reinigungen wird unterstützt. Microban® antibakterieller Schutz ist kein Ersatz für eine regelmäßige Reinigung. Microban® ist eine eingetragene Marke der Microban Products Company.

- Microban - die führende und verlässliche antibakterielle Marke
- Microban® 3G Silver™ wurde diesem Produkt während der Herstellung zugefügt und bietet anhaltenden, antibakteriellen Schutz während der gesamten Produktlebensdauer
- Verhindert die Übertragung von Bakterien - für eine gute Hygiene im Haushalt
- Der antibakterielle Schutz im Produkt wäscht sich nicht aus und nutzt sich nicht ab
- Rund um die Uhr Schutz - Microban® antibakterieller Schutz wirkt dauerhaft

Überlebende Bakterien (in Tausenden)
100.000.000
10.000.000
1.000.000
100.000
10.000
1.000
100
10
1
0,1

Zeit (Stunden)
1
2
4
8
24

Ohne Microban®
Mit Microban®

4 016 002 10 2 2 7 0 0

Steuber GmbH - Linden 5
D-83109 Großkarolinenfeld
Tel.: +49 (0) 8067/883-0 - Fax: -200
info@steuber.de • www.steuber.de

Made in China
© steuber gmbh - 051118 - 25012011

Bild 5: Etikett des gelben Kunststoffschneidebrettes

HENDI
FOOD SERVICE EQUIPMENT

Cutting board 826027 GN 1/1

Nederlands
Snijplank
Gemaakt van HDPE 500
Voldoet aan HACCP richtlijnen
530x325x18 mm

English
Cutting board
Made of HDPE 500
Compliant with HACCP guidelines
530x325x18 mm

Polish
Deska do krojenia
Wykonane z HDPE 500
Zgodne z normami HACCP
530x325x18 mm

Français
Planche à découper
En HDPE 500
Conforme aux directives HACCP
530x325x18 mm

Deutsch
Schneidebrett
Aus HDPE 500 gefertigt
Befriedigt Richtlinien zu HACCP
530x325x18 mm

Dystrybutor w Polsce: Hendi Polska Sp. z o.o.,
ul. 28 Czerwca 1956r. 390
61-441 Poznań, Polska

Snijplank
Cutting board
Schneidebrett
Planche à découper
Deska do krojenia

8 711 369 826027

Cutting board
530x325x18 mm
made of HDPE 500
blue
Item No.: 826027
Imported by Hendi b.v.
Steenoven 21, 3911 TX
Rhenen, The Netherlands
www.hendi.eu

Bild 6: Etikett des blauen Kunststoffschneidebrettes

TRANCHIERBRETT

34 x 23 x 0,9 cm

- hochwertiger PE-Kunststoff
- hohe Schnitffestigkeit
- besonders hygienisch
- spülmaschinengeeignet

Griff zum leichten Anheben und Verschieben des Brettes

Ideal zum Schneiden von Fleisch und Gemüse

Schneiden, Tranchieren und Servieren von seiner hygienischsten Seite.

Bild 8: Vorderseite des weißen Kunststoffeschneidbrettes

PE-KUNSTSTOFF

Das robuste und geschmacksneutrale Material eignet sich für den alltäglichen Gebrauch. Das Brett bietet eine hohe Schnitffestigkeit und ist besonders hygienisch - ideal zum Schneiden von Fleisch und Gemüse.

<p>GB Chopping board</p> <p>CZ Krájací prkénko</p> <p>I Tagliere</p> <p>PL Deska do krojenia</p>	<p>RO Tocaător</p> <p>UA Дошка для різання</p> <p>BG Дъска за рязане</p> <p>SK Doska na krájanie</p>	<p>LT Pjaustymo lentelė</p> <p>LV Dēlītis griešanai</p> <p>TR Kesme tahtası</p> <p>RUS Разделочная доска</p>
--	--	--

Ohne Dekoration, farbähnliches Beispiel

Hergestellt für: | Produced for:
F. Anton Kesper GmbH • Im Gewerbepark 1
D-34508 Willingen • Germany
info@kesper.com • www.kesper.com
Hergestellt in Indien | Made in India

Art.-Nr. 30565

gefertigt aus PE-Kunststoff • mit integriertem Griff

Bild 7: Rückseite des weißen Kunststoffeschneidbrettes



Bild 9: Vorderseite des Bambusschneidbrettes

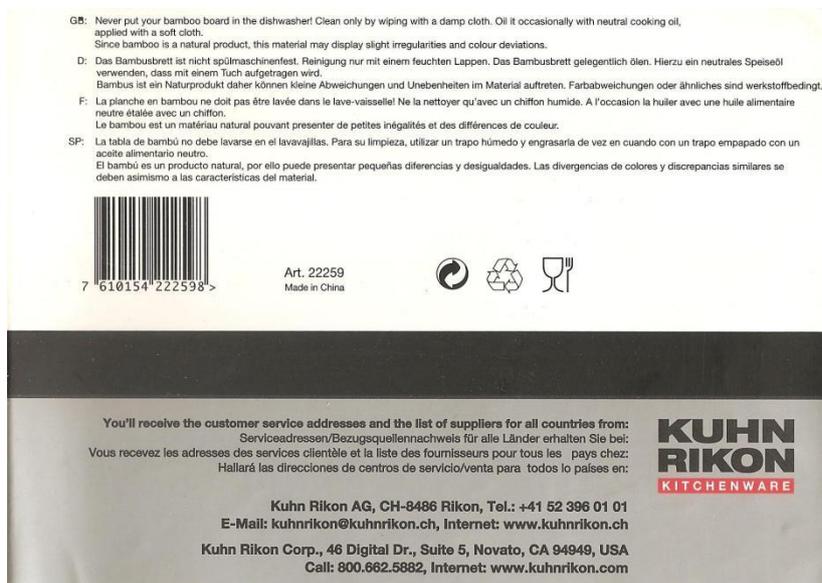


Bild 10: Rückseite des Bambusschneidbrettes

19.2. Beispiele für getestete Nährbodenträger



Bild 11: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger



Bild 12: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger



Bild 13: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger



Bild 14: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger

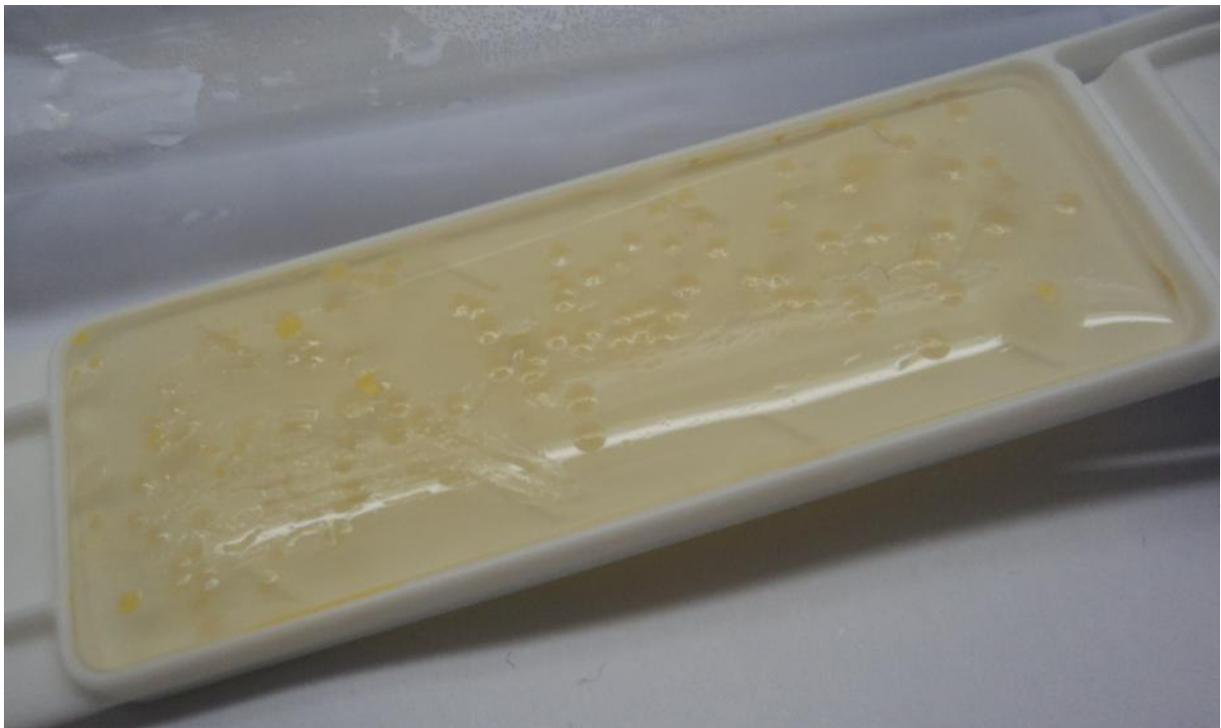


Bild 15: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger



Bild 16: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger

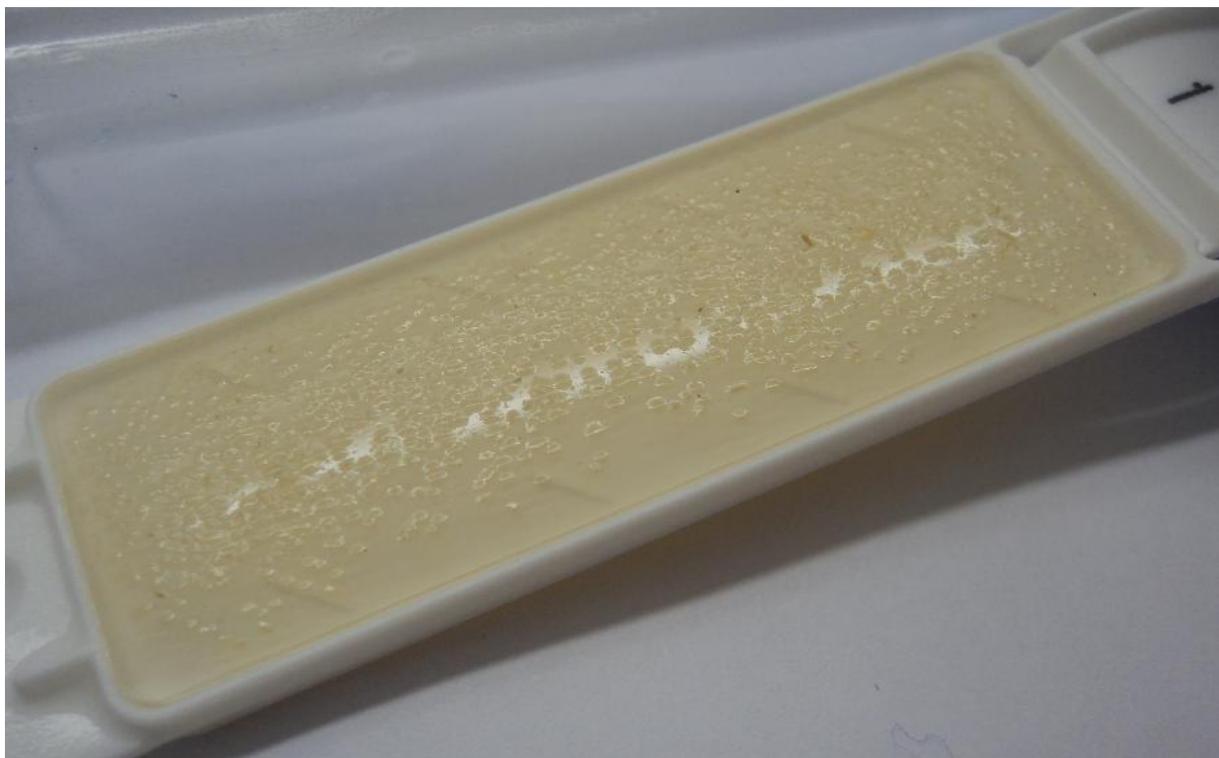


Bild 17: Beispiel für einen getesteten Nährbodenträger



19.3. Besprechungsprotokolle

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 1

THEMA	Vorstellung der Diplomarbeit
DATUM	8. September 2011
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Raum 125
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Das Thema wurde vorgestellt und in groben Zügen Punkte dazu benannt. Die Problematik bei dieser Diplomarbeit wurde besprochen und anschauliche Beispiele gezeigt.

Thema: Hygienische Eigenschaften von Holz

Grundidee: Bakterienwerte mittels Agar Methode bestimmen und mit anderen Holzarten vergleichen

Spezielle Versuche: Vergleich von Holz und Kunststoff vor allem im Küchenbereich

benannte Punkte:

1. Der Unterschied zwischen verschiedenen Holzarten, auf ihre hygienischen Eigenschaften, soll erforscht werden.
2. Die Proben müssen dazu verschmutzt werden und die Bakterienzahlen gemessen und verglichen werden.
3. Ein möglicher Unterschied zwischen den Holz- und Kunststoffschneidebrettern könnte ermittelt werden.
4. Die Gesetzgebung ist teilweise gegen den Einsatz von Holz, vor allem in Gewerbeküchen. Diese Behauptung gilt es zu, auf ihre Richtigkeit zu prüfen.
5. Der Einsatz von Reinigungsmitteln soll in der Diplomarbeit eingebracht werden.

Problematik: Die Methode soll durch Vorproben erarbeitet werden, da keine Normen vorliegen. Die Versuche verlangen also kreatives Denken und viel Forschung.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 2

THEMA	Vorproben
DATUM	11. September 2011
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Chemielabor
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Dipl. Ing. Josef BOHUN Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Bei dieser Besprechung wurde auf die Methode näher eingegangen. Auch die Holzauswahl wurde gefällt.

Themen

- E. coli als Verschmutzung
- Ausstrich und die Bebrütung davon
- Holzarten, die in Frage kommen
- Einsatzgebiete von Holz

Der E. coli wurde als Verschmutzungstyp gewählt und die weitere Behandlung besprochen bzw. die Verfahren um eine E. coli-Lösung auf die Proben zu streichen. Für den Ausstrich und die Bebrütung wurden Werkzeuge und Apparate zur Verfügung gestellt.

Die Holzarten Buche und Eiche wurden gewählt und der Test mit einem ausländischen Holz wurde besprochen. Der Grund für diese Auswahl war, dass viele Brotboxen, Messerblöcke und Schneidebretter häufig in diesen Holzarten ausgeführt sind.

Bei den Reinigungsmitteln wurde auch die Überlegung gemacht, kaltes und warmes Wasser zu verwenden. Die überlebenden Bakterien sollen danach nochmals gemessen werden.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 3

THEMA	Auswerten der Vorproben
DATUM	14. September 2011
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Chemielabor
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Das Auswerten der Ergebnisse wurde näher besprochen.

Themen:

- auch negative Ergebnisse sind Ergebnisse
- Dokumentation der Vorproben

Die Versuche sollen zur richtigen Methode führen. Auch ein Fehlschlag bei den Vorproben ist dabei ein Schritt zu einem tauglichen Resultat. Die Handgriffe sollen dabei geübt werden.

Wichtig ist auch eine genaue Dokumentation, um später eventuelle Fehler zu finden und zu beheben.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 4

THEMA	Vorproben
DATUM	18. September 2011
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Raum 125
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Der E. coli ist nicht gewachsen und kann somit nicht als Verschmutzung gebraucht werden. Die Nährböden sind dabei ausgetrocknet und es wurde an einer Lösung gearbeitet.

Themen:

- austrocknen der Nährböden
- E. coli wächst nicht

Der E. coli wurde in einem Darrschrank, wegen der genauen Regulierung der Temperatur, gebrütet. Die Luftumwälzung sorgte dafür, dass die Nährböden in den Petrischalen trotz Deckel austrockneten. Die Böden wiesen Risse und Farbänderungen auf.

Es wurde nach einer Lösung gesucht, da kein Gerät an der Schule diese Größe und Genauigkeit aufwies. Ein Exsikkator wurde deshalb hergenommen und der Deckel gut eingefettet.

Dort wo normalerweise das Trockenmittel ist, unter der Lochplatte, wurde destilliertes Wasser eingefüllt und die Petrischalen nochmals ausgestrichen und in dem Exsikkator im Darrschrank gebrütet.

Dieser Einfall sorgte für ein durchaus brauchbares Resultat.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 5

THEMA	Holzproben
DATUM	31. Jänner 2012
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Raum 125
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Nachdem die Holzarten ausgewählt wurden, konnten nun die Hölzer besorgt werden. Dazu wurde besprochen von wo man die Proben ausfassen konnte.

Themen:

- Probennahme
- Behandlung der Proben
- Olivenbrett
- Verschmutzungen
- Zwischenlagerung

Die Holzarten Buche und Eiche konnten aus der, in der HTL Mödling liegenden, Tischlerei entnommen werden. Kontaktperson dazu war Herr Winter.

Es wurde im weiteren Gespräch die Behandlung der Schneidebretter besprochen. Ein Vorschlag war die Proben mit einer Drahtbürste zu bearbeiten, um ein benutztes Brett nachzuahmen.

Über eine Versuchsreihe mit Olivenbrettern wurde geredet, da auch diese Holzart oft am Markt zu finden ist.

Neben dem E. coli soll auch eine Verschmutzung mit Fett erfolgen. Die Proben sollen mit Würstel in Kontakt kommen. Hierbei eignen sich vor allem Käsekrainer und Burenwürstel. Dazu müssten aber geeignete Nährbodenträger gesucht werden, da die eingekauften nur E. coli bestimmen. Dieser Versuch erwies sich somit als sehr schwer durchführbar. Für die Zwischenlagerung der Holz- und Kunststoffbrettern wurde im Klimaraum der Holztechnik Platz geschaffen.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 6

THEMA	Stand des Wissen
DATUM	13. Februar 2012
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Raum E 19
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Es wurde über die Ausführung des schriftlichen Teils der Diplomarbeit geredet und über neue Proben, die auch getestet werden sollen.

Themen:

- Stand des Wissens
- Ahorn
- Imprägnierung von Holz mittels Harz
- Kochlöffel

Teile der schriftlichen Arbeit zur Diplomarbeit wurden besprochen, so auch ein Stand des Wissens. Arbeiten mit diesem Teil wurden zur Vorführung gezeigt.

Die Holzart Ahorn soll auch getestet werden. Proben dafür waren bereits im Klimaraum vorhanden.

Holzproben, die mit Harz imprägniert worden waren, sollen auch verwendet werden, um ihre Eigenschaften in Bezug auf Hygiene zu erfahren. Proben dafür waren ebenfalls im Klimaraum vorhanden.

Am Schluss wurde der Einsatz von Holz oder Kunststoff bei höheren Temperaturen besprochen. Ein praktisches Beispiel dafür ist der Einsatz von Holz- oder Kunststoffkochlöffeln. Vielleicht konnte auch hier ein Versuch durchgeführt werden?

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 7

THEMA	Literaturangaben
DATUM	29. März 2012
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Bibliothek?
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Auf den schriftlichen Teil der Diplomarbeit wurde näher Eingegangen.

Thema:

- Zitieren
- Form

Die genaue Art der Literaturangaben wurde besprochen. Die Problematiken und die Methoden des Zitierens wurden genauestens erklärt und Beispiele gezeigt.

Über die Form der fertigen Arbeit wurde geredet.

Speziell:

- Schrift
- Gliederung
- Einbund

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 8

THEMA	Schneidbretter in der Praxis
DATUM	23. September 2011
ORT	Schweizerhaus 1020 Wien, Prater 116
TEILNEHMER	Dkfm. Johanna KOLARIK Restaurantleiter Herbert STIEGLER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Um Schneidebretter in der Praxis zu sehen und deren Reinigungsmethoden zu erfahren, konnte ein Treffen im Schweizerhaus vereinbart werden.

Themen:

- Reinigung
- Gesundheitskontrolle

Bei dem Treffen stellte sich heraus, dass die, im Schweizerhaus verwendeten, Schneidbretter mit einem eigenen Geschirrspüler gereinigt werden. Die dort verwendete Holzart konnte uns nicht genannt werden. Laut dem Restaurantleiter ist es eine Ausländische.

Die Abklatschmethode ist dort auch nicht fremd. Diese wird dort regelmäßig zur Gesundheitskontrolle durchgeführt. Dem Restaurantleiter nach ist die Oberfläche der Schneidebretter mehr als sauber, obwohl sie Tag täglich mit dem Fett der Stelzen in Kontakt kommen.

Zum Schluss wurde noch ein Schneidebrett für etwaige Versuche überhändigt.



Bild 18: Besuch im Schweizerhaus Wien/Prater

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 9

THEMA	Nährböden
DATUM	September 2011
ORT	E-Mailverkehr, Telefonate
TEILNEHMER	VWR Mitarbeiter Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Nach der Erläuterung der Diplomarbeit wurde eine Anfrage von Nährböden, welche für E. coli geeignet sind, gestellt.

Nach Erhalt von verschiedenen Angeboten, wurden über Absprache mit einem Chemiker von VWR Nährbodenträger bestellt, die in der Lebensmittelindustrie zur Hygienekontrolle beliebt sind.

Produktbeschreibungen und Informationen über den Abklatsch wurden ausgetauscht und eine prompte Lieferung vereinbart.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 10

THEMA	Messgerät
DATUM	11. April 2012
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Raum E9
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Josef BODNER Martin MÜHLBAUER Nenad MILENOVIC

INHALT:

Nach der Festlegung über die genaue Methode wurde ein Raum für die Durchführung hergerichtet. Dieser Raum war frei von Fenstern und somit frei von Sonnenlicht, das möglicherweise Einfluss auf die zu untersuchenden Proben nehmen könnte. Die aufgetragene Lösung könnte beispielsweise dadurch schneller austrocknen. Ein anderer möglicher Unterschied könnte sich durch die Temperatur ergeben. Die könnte im Bereich der Fenster entscheidend anders sein.

Themen

- Temperatur
- Feuchte
- Möglichkeiten zur Messung

Im Zuge dieses Gespräches wurde vor allem über die Feuchte und Temperatur während des Versuches gesprochen. Um praxisnahe zu arbeiten wurde Raumtemperatur für gut befunden und somit kein, wie bei der Bebrütung des E. colis auf den Nährböden verwendeter Brutschrank hergenommen.

Die Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit war besonders wichtig. Hierfür wurde ein Messgerät zur Verfügung gestellt, um in gewissen Abständen diese Faktoren zu messen. Dies war für eine anschließende Auswertung von Interesse.

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 11

THEMA	Vorstellung der Diplomarbeit
DATUM	8. Mai 2012
ORT	HTBLuVA Mödling, Abteilung Holztechnik, Raum E9
TEILNEHMER	Dipl. Ing. Dr. Franz Heiligenbrunner Martin Mühlbauer
INHALT:	<p>Es wurde über eine passende Methode geredet, die für einen möglichen Nachweis von Bisphenol A herangezogen werden kann.</p> <p>Themen</p> <ul style="list-style-type: none">• Bisphenol A herauslösen• Gaschromatograph• Bisphenol A Vergleichsproben <p>Zu Beginn wurde recherchiert wie man Bisphenol A aus seiner Struktur lösen kann. Dazu wurde herausgefunden, dass sich ein kleiner Teil bei Zugabe von Alkohol herauslösen lässt. Dafür wurde Ethanol gewählt. Weiters wurde der Gaschromatograph funktionsfähig gemacht und auch nötige Reparaturen durchgeführt. Anschließend wurde die Funktionsweise geklärt und eine geeignete Methode am Gerät erstellt. Ein Probedurchgang wurde mit Erfolg getätigt.</p> <p>Für den Nachweis von Bisphenol A musste diese Substanz aber zuerst getestet werden, um durch Vergleiche diese Substanz in anderen Mitteln nachzuweisen. Durch ein Telefonat konnte eine prompte Lieferung vereinbart werden.</p>

BESPRECHUNGSPROTOKOLL

Nr.: 12

THEMA	Lebensmittelbehörde
DATUM	9. Mai 2012
ORT	Telefonat
TEILNEHMER	Ing. Engelhart Martin Mühlbauer

INHALT:

Um die Gesetze über Beschränkungen und Verbote von Holz in Gewerbeküchen zu erfahren, wurde die Bezirkshauptmannschaft kontaktiert, die Kontaktdaten zu dem Lebensmittelinspektor Herr Ing. Engelhart übermittelte. In weiterer Folge konnte nun ein Gespräch mit einem Fachmann getätigt werden, der Informationen über die Regelungen erklärte.

Themen

- Erklärung der Problemstellung
- Fragen diesbezüglich
 - Einschränkungen
 - Gründe dafür
 - Unterlagen

Nach einer kurzen Einführung in diese Diplomarbeit wurden Fragen diesbezüglich gestellt. Telefonisch wurden Punkte wie Einschränkungen besprochen. Hier stellte sich heraus, dass Holz nur in bestimmten Branchen verwendet werden darf. In Bäckereien kann beispielsweise Holz verwendet werden, jedoch in der Fleischerei nicht.

Als Grund wurden die hygienischen Eigenschaften von Holz im durchnässten Zustand genannt. Es konnten jedoch keine Unterlagen übergeben werden, um näher in die gesetzlichen Regelungen einzugehen.

19.4. Stundenliste

Name: Martin MÜHLBAUER		Lfd. Nr. 1
Datum	Dauer	Tätigkeit
8.9.2011	20min	Vorstellung der Diplomarbeit
14.9.2011	1h 30min	Internetrecherche
18.9.2011	1h	Internetrecherche
19.9.2011	30min	Überlegungen zum Versuchsablauf
19.9.2011	30min	Einführung Mikrobiologie Einführung der Utensilien
20.9.2011	20min	Überlegungen zum Versuchsablauf
21.9.2011	20min	Holzauswahl für Proben
23.9.2011	3h	Besuch im Schweizerhaus
25.9.2011	20min	Überlegungen zum Versuchsablauf
27.9.2011	20min	Überlegungen zum Versuchsablauf
28.9.2011	1h 30min	E-Mail Verkehr mit Experten
30.9.2011	20min	Nährböden ausgesucht
4.10.2011	10min	Nährböden bestellt E. coli bestellt
5.10.2011	10min	Unterschrift Foto für NÖN
6.10.2011	2h	Plastic Planet angesehen und besprochen
13.10.2011	20min	Bestellen der Nährbodenträger
9.11.2011	25min	Nährböden geholt und eingelagert
9.11.2011	0min	Artikel der Diplomarbeit in der NÖN (45/2011) erschieden
10.11.2011	50min	Versuchsdurchführung Nährboden ausgestrichen
10.11.2011	20min	Nährbodenträger geholt und eingelagert
11.11.2011	10min	Betrachten der Ergebnisse

Name: Martin MÜHLBAUER		Lfd. Nr. 2
Datum	Dauer	Tätigkeit
14.11.2011	10min	Betrachten der Ergebnisse
18.11.2011	15min	Nährboden und E. coli eingekühlt
21.11.2011	30min	Vorproben Hölzer bestrichen
22.11.2011	10min	Abklatsch
23.11.2011	10min	Betrachten der Ergebnisse
23.11.2011	30min	Vorproben Hölzer bestrichen
24.11.2011	1h 25min	Besorgungen Raum eingerichtet
24.11.2011	20min	Abklatsch Betrachten der Ergebnisse
25.11.2011	15min	Ergebnisse betrachten
29.11.2011	15min	Ergebnisse betrachten
2.12.2011	30min	Überlegungen zum Versuchsablauf
8.12.2011	3h	Internetrecherche Erstellen des Textes
31.1.2012	1h	Proben auffassen Proben in Klimaraum eingeschichtet
2.2.2012	30min	Überlegungen zum Versuchsablauf
13.2.2012	20min	Proben auffassen
15.2.2012	1h 10min	Kunststoffschneidebretter eingekauft
16.2.2012	35min	Fotos von Schneidebrettern gemacht E. coli bestellt
1.3.2012	3h 15min	Proben zuschneiden und beschriften
7.3.2012	40min	Nährböden ausgestrichen
8.3.2012	20min	Ergebnisse beobachtet

Name: Martin MÜHLBAUER		Lfd. Nr. 3
Datum	Dauer	Tätigkeit
11.3.2012	3h 30min	Erstellen des Textes
12.3.2012	30min	Nährböden ausgestrichen Nährbodenträger bestellt
12.3.2012	3h 5min	Exsikkatoren geputzt verschiedene Versuche
17.3.2012	3h 25min	Erstellen des Textes
19.3.2012	4h	Lösung angefertigt Proben bestrichen Abklatsch Putzen der Utensilien und Arbeitsflächen
20.3.2012	35min	Abklatsch
20.3.2012	25min	Kühlschrank geholt
24.3.2012	3h	Erstellen des Textes
1.4.2012	1h	Erstellen des Textes
2.4.2012	55min	Entsorgung der getesteten Nährbodenträger Säubern der Arbeitsflächen und Werkzeuge
3.4.2012	1h 15min	Erstellen des Textes
6.4.2012	3h 45min	Erstellen des Textes
7.4.2012	3h 40min	Überlegungen zum Versuchsablauf Erstellen des Textes
8.4.2012	4h 20min	Überlegungen zum Versuchsablauf Erstellen des Textes
14.4.2012	2h 40min	Erstellen des Textes
15.4.2012	2h	Überlegungen zum Versuchsablauf
16.4.2012	4h	Lösung hergestellt Festlegung des Versuchsablaufes Messstellen angebracht Oberfläche der Proben behandelt Nährbodenträger bestellt

Name: Martin MÜHLBAUER		Lfd. Nr. 4
Datum	Dauer	Tätigkeit
18.4.2012	25min	Ergebnisse betrachtet Abklatsch
20.4.2012	10min	Ergebnisse betrachtet
20.4.2012	2h	Verfassen des Textes
21.4.2012	1h 40min	Erstellen des Logos
24.4.2012	15min	Nährböden geholt und eingekühlt
4.5.2012	1h	Verfassen des Textes
5.5.2012	2h 30min	Text formatiert
6.5.2012	3h 40min	Verfassen des Textes
7.5.2012	6h 40min	Verschiedene Versuche
7.5.2012	2h 15min	Versuchsdurchführung für Bisphenol A Verfassen des Textes
8.5.2012	1h	Versuche
8.5.2012	4h 35min	Verfassen des Textes Formatieren des Textes
9.5.2012	7h 15min	Verschiedene Versuche Verfassen des Textes Formatieren des Textes Erstellen von Grafiken
10.5.2012	3h 10min	Versuche Auswerten der Ergebnisse
11.5.2012	6h 40min	Versuche Umfrage Verfassen des Textes
12.5.2012	3h 5min	Auswerten der Ergebnisse Erstellen von Grafiken
13.5.2012	4h	Verfassen des Textes Erstellen von Grafiken
14.5.2012	9h 50min	Auswerten der Ergebnisse Verfassen des Textes Korrekturlesen
16.5.2012	6h 10min	Telefonate mit Copyshop und Buchbinder Korrekturlesen

Name: Nenad MILENOVIC		Lfd. Nr. 1
Datum	Dauer	Tätigkeit
8.9.2011	20min	Vorstellung der Diplomarbeit
19.9.2011	2h 30min	Einführung Mikrobiologie Einführung der Utensilien Recherche
20.9.2011	2h	Recherche
21.9.2011	20min	Holzauswahl für Proben
23.9.2011	4h	Besuch im Schweizerhaus Recherche
25.9.2011	20min	Überlegungen zum Versuchsablauf
27.9.2011	20min	Überlegungen zum Versuchsablauf
28.9.2011	1h 30min	E-Mail Verkehr mit Experten
30.9.2011	20min	Nährböden ausgesucht
4.10.2011	10min	Nährböden bestellt E. coli bestellt
5.10.2011	10min	Unterschrift Foto für NÖN
13.10.2011	20min	Bestellen der Nährbodenträger
9.11.2011	25min	Nährböden geholt und eingelagert
9.11.2011	0min	Artikel der Diplomarbeit in der NÖN (45/2011) erschieden
10.11.2011	50min	Versuchsdurchführung Nährboden ausgestrichen
10.11.2011	20min	Nährbodenträger geholt und eingelagert
14.11.2011	10min	Betrachten der Ergebnisse
18.11.2011	15min	Nährboden und E. coli eingekühlt
21.11.2011	30min	Vorproben Hölzer bestrichen

Name: Nenad MILENOVIC		Lfd. Nr. 2
Datum	Dauer	Tätigkeit
22.11.2011	10min	Abklatsch
23.11.2011	30min	Vorproben Hölzer bestrichen
24.11.2011	1h 25min	Besorgungen Raum eingerichtet
24.11.2011	20min	Abklatsch Betrachten der Ergebnisse
10.12.2012	1h	Recherche
11.12.2012	1h 30min	Recherche
31.1.2012	1h	Proben ausfassen Proben in Klimaraum eingeschlichtet
15.2.2012	1h 10min	Kunststoffschneidebretter eingekauft
1.3.2012	3h 15min	Proben zuschneiden und beschriften
7.3.2012	40min	Nährböden ausgestrichen
8.3.2012	20min	Ergebnisse betrachten
11.3.2012	5h	Verfassen des Textes
12.3.2012	30min	Nährböden ausgestrichen Nährbodenträger bestellt
12.3.2012	4h	Exsikkatoren geputzt Verfassen des Textes
19.3.2012	4h	Lösung angefertigt Proben bestrichen Abklatsch Putzen der Utensilien und Arbeitsflächen
20.3.2012	35min	Abklatsch
20.3.2012	25min	Kühlschrank geholt
2.4.2012	55min	Entsorgung der getesteten Nährbodenträger Säubern der Arbeitsflächen und Werkzeuge

Name: Nenad MILENOVIC		Lfd. Nr. 3
Datum	Dauer	Tätigkeit
16.4.2012	3h	Lösung hergestellt Messstellen angebracht Oberfläche der Proben behandelt Nährbodenträger bestellt
17.4.2012	1h 30min	Verfassen des Textes
18.4.2012	1h 25min	Ergebnisse betrachtet Abklatsch Verfassen des Textes Recherche
24.4.2012	15min	Nährböden geholt und eingekühlt
7.5.2012	4h 40min	Verschiedene Versuche
9.5.2012	20min	Verschiedene Versuche
11.5.2012	3h	Verfassen des Textes Recherche
15.5.2012	1h	Verfassen des Textes Recherche
16.5.2012	2h	Verfassen des Textes
17.5.2012	2h	Verfassen des Textes

20. Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Mühlbauer
Vorname	Martin
Anschrift	Mühlgasse 5B, 2481 Achau
Geburtstag	15.4.1993
Geburtsort	Mödling
Staatsangehörigkeit	Österreich
Familienstand	ledig

Schulischer Werdegang

2007-2012	HTBL u. VA Mödling, Höhere Abteilung für Holztechnik
2003- 2007	BG und BRG Keimgasse, Mödling (Realgymnasium)
1999- 2003	Volksschule Achau

Persönliche Daten

Name	Milenovic
Vorname	Nenad
Anschrift	Ketzergasse 62/1/2, 1230 Wien
Geburtstag	05.08.1992
Geburtsort	Wien
Staatsangehörigkeit	Österreich
Familienstand	ledig

Schulischer Werdegang

2007-2012	HTBL u. VA Mödling, Höhere Abteilung für Holztechnik
2002-2007	GRG1 Stubenbastei, Wien 1010
1998-2002	Volksschule Siebenhirten