



**Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg**  
**Fakultät Life Sciences**

**Bienenwachstücher - Umfrage zur Verpackungsalternative und  
Untersuchung der Keimbelastung**

**Bachelorarbeit**  
im Studiengang Ökotrophologie

vorgelegt von:

**Regina Wolf,**



Hamburg,

Vorgelegt am 12.12.2022

Erstgutachterin: Prof. Dr. Katharina Riehn (HAW Hamburg)

Zweitgutachter: Prof. Dr. Michael Häusler (HAW Hamburg)

# Inhalt

Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Zusammenfassung.....	VII
Abstract .....	VIII
Abkürzungsverzeichnis .....	IX
Begriffserklärungen.....	XI
1. Einleitung .....	1
1.1. Zielsetzung der Arbeit.....	1
1.2. Methodiken .....	2
2. Bienenwachstücher.....	4
2.1. Geschichte .....	4
2.2. Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe .....	5
2.3. Die Eigenschaften von Bienenwachstüchern .....	8
2.4. Anwendung der Bienenwachstücher .....	8
2.5. Rechtliche Lage von Bienenwachstüchern als Lebensmittelkontaktmaterial .....	10
3. Kritik zu Bienenwachstüchern .....	11
4. Umfrage zu Bienenwachstüchern.....	18
4.1. Aufbau des Fragebogens .....	18
4.2. Ergebnisse und Auswertung der Umfrage.....	27
4.3. Erkenntnisse der Umfrage .....	35
4.4. Methodendiskussion der Umfrage .....	36
5. Einführung der Laborversuche.....	40
5.1. Versuchsvorbereitung der Laborversuche.....	42
5.2. Keimzahlbestimmung mittels Tropfplattenverfahren.....	44
5.2.1. Versuchsdurchführung des Tropfplattenverfahrens .....	44
5.2.2. Quantitative Bestimmung der Keimzahlen .....	47
5.2.3. Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens .....	49
5.3. Keimzahlbestimmung mittels Abklatschverfahren .....	52
5.3.1. Versuchsvorbereitung des Abklatschverfahrens .....	52
5.3.2. Versuchsdurchführung des Abklatschverfahrens .....	52
5.3.3. Ergebnisse des Abklatschverfahrens .....	53

5.4. Diskussion der Laborversuchsergebnisse.....	60
5.5. Methodendiskussion der Laborversuche .....	63
6. Gesamtdiskussion.....	65
7. Fazit und Ausblick .....	71
Literaturverzeichnis.....	74
Zitierte Rechtsquellen .....	78
Anhangsverzeichnis .....	79
Anhang A: Ausgeschlossene Fragen der Umfrage.....	80
Anhang B: Gesamter Umfragebogen .....	81
Anhang C: Verwendete Materialien und Geräte in den Laborversuchen.....	85
Anhang D: Mikrobiologischer Untersuchungsbericht für das Tropfplattenverfahren .....	87
Danksagung.....	92
Eidesstattliche Erklärung.....	93

# Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Fotografie einer Mumie .....	4
<b>Abbildung 2:</b> Verschiedene Bienenwachstücher .....	5
<b>Abbildung 3:</b> Varroamilben .....	13
<b>Abbildung 4:</b> Eigenes Schema der Verdünnungsreihe, angelehnt an die DIN EN ISO 6887-1, 2017 .....	45
<b>Abbildung 5:</b> Eigenes Schema der Beschriftung der Agarplatten für das Tropfplattenverfahren, in Anlehnung an die DIN 10164-2, 2019 .....	45
<b>Abbildung 6:</b> Schematische Darstellung des Ablaufes des Tropfplattenverfahrens in Anlehnung an die DIN 10164-2, 2019 .....	46
<b>Abbildung 7:</b> Schematische Darstellung des Ablaufes des Abklatschverfahrens in Anlehnung an die DIN 10113-2, 2022 .....	53
<b>Abbildung 8:</b> Gewachsene Kolonien der Probe: „Bienenwachstuch neu“ auf PCA.....	54
<b>Abbildung 9:</b> Gewachsene Kolonien der Probe: „Bienenwachstuch richtig gereinigt“ auf PCA...	55
<b>Abbildung 10:</b> Gewachsene Kolonien der Probe: „Bienenwachstuch falsch gereinigt“ auf PCA..	56
<b>Abbildung 11:</b> Gewachsene Kolonien der Probe: „Aluminiumfolie“ auf PCA.....	57
<b>Abbildung 12:</b> Gewachsene Kolonien der Probe: „Frischhaltefolie“ auf PCA .....	58
<b>Abbildung 13:</b> Gewachsene Kolonien der Probe: „Brotdose“ auf PCA .....	59
<b>Abbildung 14:</b> Fragen der Rubrik Soziodemographie .....	81
<b>Abbildung 15:</b> Eröffnungsfrage .....	81
<b>Abbildung 16:</b> Fragen der Rubrik Bienenwachstücher (Fragen Nr. 6 - Nr. 13 Hauptteil).....	82
<b>Abbildung 17:</b> Fragen der Rubrik Bienenwachstücher (Fragen Nr. 14 - Nr. 20 Hauptteil).....	83
<b>Abbildung 18:</b> Endfrage.....	84

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Frage Nr. 1 der gesamten Umfrage .....	19
<b>Tabelle 2:</b> Frage Nr. 2 der gesamten Umfrage .....	19
<b>Tabelle 3:</b> Frage Nr. 5 der gesamten Umfrage .....	20
<b>Tabelle 4:</b> Frage Nr. 6 der gesamten Umfrage .....	20
<b>Tabelle 5:</b> Frage Nr. 7 der gesamten Umfrage .....	20
<b>Tabelle 6:</b> Frage Nr. 8 der gesamten Umfrage .....	21
<b>Tabelle 7:</b> Frage Nr. 9 der gesamten Umfrage .....	21
<b>Tabelle 8:</b> Frage Nr. 10 der gesamten Umfrage .....	22
<b>Tabelle 9:</b> Frage Nr. 11 der gesamten Umfrage .....	22
<b>Tabelle 10:</b> Frage Nr. 13 der gesamten Umfrage .....	23
<b>Tabelle 11:</b> Frage Nr. 14 der gesamten Umfrage .....	23
<b>Tabelle 12:</b> Frage Nr. 15 der gesamten Umfrage .....	23
<b>Tabelle 13:</b> Frage Nr. 16 der gesamten Umfrage .....	24
<b>Tabelle 14:</b> Frage Nr. 17 der gesamten Umfrage .....	25
<b>Tabelle 15:</b> Frage Nr. 18 der gesamten Umfrage .....	25
<b>Tabelle 16:</b> Frage Nr. 20 der gesamten Umfrage .....	26
<b>Tabelle 17:</b> Frage Nr. 21 der gesamten Umfrage .....	26
<b>Tabelle 18:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 1 .....	27
<b>Tabelle 19:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 2 .....	27
<b>Tabelle 20:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 6 .....	28
<b>Tabelle 21:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 7 .....	28
<b>Tabelle 22:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 8 .....	28
<b>Tabelle 23:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 9 .....	29
<b>Tabelle 24:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 10 .....	29
<b>Tabelle 25:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 11 .....	30
<b>Tabelle 26:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 13 .....	30
<b>Tabelle 27:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 14 .....	31
<b>Tabelle 28:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 15 .....	31
<b>Tabelle 29:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 16 .....	32
<b>Tabelle 30:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 17 .....	32
<b>Tabelle 31:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 18 .....	33
<b>Tabelle 32:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 20 .....	33
<b>Tabelle 33:</b> Antworten der Umfrage, Frage Nr. 21 .....	34

<b>Tabelle 34:</b> Beispiel der Auszählung und Bestimmung der niedrigsten und nächsthöchsten Verdünnungen .....	47
<b>Tabelle 35:</b> Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens, der PC-Agarplatten .....	50
<b>Tabelle 36:</b> Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens, der SD-Agarplatten .....	50
<b>Tabelle 37:</b> Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens, der VRBG-Agarplatten .....	51
<b>Tabelle 38:</b> Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Bienenwachstuch neu" .....	54
<b>Tabelle 39:</b> Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Bienenwachstuch richtig gereinigt" ...	55
<b>Tabelle 40:</b> Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Bienenwachstuch falsch gereinigt“ ....	56
<b>Tabelle 41:</b> Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Aluminiumfolie“ .....	57
<b>Tabelle 42:</b> Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Frischhaltefolie“ .....	58
<b>Tabelle 43:</b> Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Brotdose“ .....	59
<b>Tabelle 44:</b> Alle Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens mit Gesamttrang .....	61
<b>Tabelle 45:</b> Anhang D: Erfasste Temperaturen der Oberflächen, der Lebensmittelproben .....	87
<b>Tabelle 46:</b> Anhang D: Gezählte Kolonien der PC- Agarplatten .....	87
<b>Tabelle 47:</b> Anhang D: Gezählte Kolonien der SD- Agarplatten .....	88
<b>Tabelle 48:</b> Anhang D: Gezählte Kolonien der VRBG- Agarplatten .....	88
<b>Tabelle 49:</b> Optik der Kolonien des Tropfplattenverfahrens, der PC- Agarplatten .....	89
<b>Tabelle 50:</b> Optik der Kolonien des Tropfplattenverfahrens, der SD- Agarplatten .....	90
<b>Tabelle 51:</b> Optik der Kolonien des Tropfplattenverfahrens, der VRBG- Agarplatten .....	91

## Zusammenfassung

Bienenwachstücher sind eine alternative zu gängigen Lebensmittelverpackungen, welche durch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) kritisiert wurden. Einer dieser Kritikpunkte betrifft die Reinigung der Bienenwachstücher mit kaltem Wasser, welche von Herstellern empfohlen wird, jedoch als unhygienisch kritisiert wurde. Es bestehen die Fragen wie bekannt Bienenwachstücher und die Kritikpunkte sind und ob Bienenwachstücher von Verbrauchern richtig verwendet werden.

Zur Beantwortung dieser Fragen erfolgt eine Umfrage. Der Kritikpunkt, der vermeintlich nicht ausreichenden Reinigung, wird anhand eines Tropfplattenverfahrens und eines Abklatschverfahrens untersucht und die Eignung der empfohlenen Reinigung diskutiert. Hierbei wird die Frage geklärt, wie sich die Keimbelastung von benutzten Bienenwachstüchern im Vergleich zu herkömmlichen Verpackungsmöglichkeiten unterscheidet. Die Umfrage ergab, dass die meisten Teilnehmer Bienenwachstücher kennen, die Kritikpunkte aber nicht. Die meisten Teilnehmer nutzen die Bienenwachstücher für geeignete Lebensmittel. Einige Teilnehmer gaben an, dass sie ungeeignete Lebensmittel mit Bienenwachstüchern in Berührung bringen. Aus den mikrobiologischen Untersuchungen ist hervorgekommen, dass die Keimbelastung von Bienenwachstüchern, welche mit kaltem Wasser gereinigt wurden, höher ist als bei den Wachstüchern, welche mit heißem Wasser gereinigt wurden. Im Tropfplattenverfahren weisen die untersuchten Bienenwachstücher eine höhere Keimbelastung auf als die untersuchten Verpackungsproben. Im Abklatschverfahren weisen die Bienenwachstücher eine kleinere Keimbelastung auf als die Verpackungsproben.

Aufgrund der Umfrageergebnisse bedarf es nach mehr Information an Verbraucher hinsichtlich der Kritikpunkte und einen direkten Verwendungshinweis auf den Bienenwachstüchern, dass diese nicht mit kaltem Wasser gereinigt und nicht mit ungeeigneten Lebensmitteln in Kontakt gebracht werden dürfen. Aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs dieser Arbeit und der geringen Anzahl an wissenschaftlichen Studien bedarf es nach mehr Untersuchungen an Bienenwachstüchern.

## Abstract

Beeswax wraps are an alternative to common food packaging, which have been criticized by the Federal Institute for Risk Assessment (BfR). One of these criticisms concerns the cleaning of beeswax wraps with cold water, which is recommended by manufacturers but has been criticized as unhygienic. Therefore, the questions are about how well known beeswax wraps and the criticisms are and whether beeswax wraps are used properly by consumers.

A survey is used to answer these questions. The criticism of the supposedly insufficient cleaning was examined using the drop-plate-method and the squeeze-method, and the suitability of the recommended cleaning was discussed. The survey revealed that most participants are familiar with beeswax wraps, but not with the criticisms. Most participants use beeswax wraps for appropriate foods. Some participants stated that they put unsuitable foods in contact with beeswax wraps. The microbiological tests have shown that the germ load of beeswax wraps that have been cleaned with cold water is higher than the beeswax wraps that have been cleaned with hot water. The drop-plate-method revealed that the beeswax wraps had a higher microbial load than the examined packaging samples. The squeeze-method revealed that the beeswax wraps have a lower germ load than the packaging samples.

Based on the survey results, there is a need for more information to consumers regarding the criticisms and a direct instruction on the beeswax wraps that they should not be cleaned with cold water and should not be brought into contact with unsuitable food. Due to the small sample size of this work and the low number of scientific studies, more research on beeswax wraps is needed.

# Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
AL	Aluminiumfolie
B (GEF)	Bienenwachstuch (falsch gereinigt, mit heißem Wasser)
B (GER)	Bienenwachstuch (richtig gereinigt, mit kaltem Wasser)
B (Neu)	Neues Bienenwachstuch
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BR	Brotdose
CVUA-MEL	Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe
Engl.	Englisch
EU	Europäische Union
FR	Frischhaltefolie
GOTS	Global Organic Textile Standard
HAW	Hochschule für angewandte Wissenschaften
KbE	Koloniebildende Einheiten
lat.	lateinisch
LGL-Bayern	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
MOAH	engl. Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons
MOSH	engl. Mineral Oil Saturated Hydrocarbons
o. J.	Ohne Jahresangabe bzw. Datum
PCA	Plate-Count-Agar
s	Sekunden
Std.	Stunde(n)
SDA	Sabouraud-Dextrose-Agar
VO	Verordnung
v. Chr	Vor Christus
VRBG	Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose

## Anmerkung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Bachelorarbeit die maskuline Sprachform (generisches Maskulinum) angewandt. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die entsprechenden personenbezogenen Hauptwörter und Begriffe in der männlichen Form, geschlechtsunabhängig verstanden werden sollen.

Zudem wurde aus platzsparenden Gründen und der besseren Lesbarkeit in dieser Bachelorarbeit auf die vollständige Bezeichnung von „Agar-Agar“ verzichtet. Stattdessen wurde der einzelne Begriff „Agar“ in der Arbeit verwendet.

# Begriffserklärungen

## **Aerob/anaerob:**

Aerob und anaerob beschreiben das Verhältnis von Mikroorganismen zu Sauerstoff (Aerob: mit Sauerstoff lebend/ anaerob: ohne Sauerstoff lebend) (RÖMPP-Redaktion: Böckler & et.al., 2002).

## **Aerobier (von aerob):**

Unter Aerobier versteht man die Organismen, welche die Notwendigkeit haben, Sauerstoff für den Atmungsstoffwechsel zu benötigen (z.B. Tiere, Pilze und Bakterien) (Gänzle & et.al., Aerobier, 2002).

## **Enterobakterien (lat. Enterobacteriaceae):**

Eine Bakterienfamilie, bestehend aus zahlreichen Gattungen gramnegativer Stäbchen.

Enterobakterien können sich sowohl unter aeroben als auch unter anaeroben Bedingungen vermehren. Zu der Familie der Enterobakterien zählen fakultativ pathogene Krankheitserreger wie beispielsweise *Escherichia coli* auch bekannt als *E. coli* (Suerbaum, Bockemühl, & Karch, 2012, S. 299-300).

## **Fakultativ pathogen:**

Fakultativ pathogen beschreibt die Mikroorganismen, die nur bei bestimmten Gelegenheiten und unter infektionsbegünstigten Faktoren, wie z. B. nach schwerer körperlicher Belastung oder bei Immunschwäche, Krankheiten hervorrufen können. Diese Mikroorganismen werden unter anderem als Opportunisten bezeichnet (Gänzle & et.al, Opportunisten, 2004).

## **Gesamtkeimzahl:**

Unter der Gesamtkeimzahl versteht man die Anzahl von aeroben Mikroorganismen in einer bestimmten Probenmenge. Je höher die Gesamtkeimzahl ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen von pathogenen Mikroorganismen, toxischen mikrobiellen Stoffwechselprodukten und von Verderbnisorganismen. Bei einer hohen Gesamtkeimzahl besteht der Verdacht auf Hygienemängel oder Behandlungsfehler (z. B. Sterilisierung) (Mahler, 2004, S. 52).

## **Hefen:**

Hefen sind einzellige Pilze, welche sich durch Sprossung vermehren und in der Natur vorzugsweise zuckerhaltigen Substraten wie Obst vorkommen (Suerbaum, Bockemühl, & Karch, 2012, S. 608).

Hefen sind aerob, besitzen gleichzeitig aber auch die Eigenschaft unter anaeroben Bedingungen auf eine Gärung umstellen. Bei einem starken oder vollständig gehemmten Wachstum sind Hefen in der Lage Ethanol und Kohlendioxid zu produzieren (Krämer J. , 2010, S. 511). Die optimale Wachstumstemperatur bei Hefen liegt bei 25 °C, wobei Hefen auch höhere Temperaturen ertragen können (Matissek & Hahn, 2019, S. 275).

**Mesophil:**

Unter mesophil versteht man die optimale Vermehrungstemperatur zwischen 20 °C und 45 °C (RÖMPP-Redaktion: Böckler F. & et.al., 2004).

**Schimmelpilze:**

Schimmelpilze gehören zur großen Gruppe der Pilze und somit zur Gruppe der Eukaryoten. Sie kommen ubiquitär in der Umwelt vor (Kück & et.al., 2009, S. 13). Einige Schimmelpilze können für Pflanzen und Menschen fakultativ pathogen sein (Kück & et.al., 2009, S. 143-144). Die meisten Schimmelpilze sind mesophil und wachsen in einem Temperaturbereich zwischen 0 °C und 50 °C, wobei die optimale Temperatur zum Wachsen zwischen 15 °C und 40 °C liegt (Kück & et.al., 2009, S. 36). Schimmelpilze sind aerob (Gänzle & et.al., Schimmelpilze, 2004). Zudem sind Schimmelpilze Verderber von Lebensmitteln (Kück & et.al., 2009, S. 159).

# 1. Einleitung

Es existieren unterschiedliche Verpackungsmöglichkeiten für Lebensmittel, welche beispielsweise aus Papier, Kunststoff, Aluminium, Pappe, Weißblech oder Glas bestehen. Diese Lebensmittelverpackungen sollen Lebensmittel vor Umwelteinflüssen wie beispielsweise Feuchtigkeit und Licht sowie auch vor Beschädigungen und Verunreinigungen schützen (Lebensmittelverband Deutschland e. V., o. J.).

Im Hinblick auf die Problematik der Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll verzichten immer mehr Menschen auf Kunststoff. Stattdessen wird mehr auf natürliche Materialien zurückgegriffen. Eine solche Verpackungsalternative zu den gängigen Verpackungsmitteln wie Alu- oder Frischhaltefolie sind Bienenwachstücher. Bei den Bienenwachstüchern handelt es sich um buntbedruckte Stofftücher, welche mit Bienenwachs imprägniert sind. Zu den weiteren Bestandteilen von Bienenwachstüchern gehören auch Öl und Baumharz (Göhring, 2021). Beim Einarbeiten ins Thema, ist aufgefallen, dass es nur wenige wissenschaftlich fundierten Untersuchungen bzw. Studien zum Thema Bienenwachstücher existieren. Die wissenschaftlichen Untersuchungen, welche existieren, sind zudem neu und werden in dieser Arbeit aufgegriffen. Hierbei werden die signifikanten Kritikpunkte betrachtet und in dieser Arbeit nähergebracht.

## 1.1. Zielsetzung der Arbeit

In dieser Arbeit soll das Thema zu Bienenwachstüchern näher erläutert und die Kritikpunkte zu diesen erforscht werden. Hierfür wird im Theorieteil auf Bienenwachstücher, sowie die Kritikpunkte eingegangen. Um das Thema zu vertiefen, wurden für den praktischen Teil dieser Arbeit Fragen formuliert. Die Klärung dieser Fragen und der Aufgriff des Themas ist von äußerster Wichtigkeit und Notwendigkeit, da durch die Aufklärung, die Diskussion und der Beantwortung dieser Fragestellungen, zum Schutz des Verbrauchers beigetragen werden soll. Da der derzeitige Forschungsstand zu Bienenwachstüchern beschränkt ist und nur wenige Studien zu Bienenwachstüchern existieren, ist es von Wichtigkeit diese Kenntnislücken weitestgehend zu schließen. Unabhängig vom Ergebnis, dient diese Arbeit auch dazu, den derzeitigen Forschungsstand bezüglich Bienenwachstücher wiederzugeben und mithilfe von eigenen Methoden zum aktuellen Wissensstand beizutragen.

Folgende Fragen wurden für diese Arbeit erdacht:

- **Wie bekannt sind Bienenwachstücher, sowie die Kritikpunkte dieser?**
- **Werden Bienenwachstücher von möglichen Verbrauchern richtig verwendet?**
- **Unterscheiden sich die Keimbelastungen von benutzten Bienenwachstüchern im Vergleich zu herkömmlichen Verpackungsmöglichkeiten?**

Durch diese Fragen soll herausgefunden werden, wie bekannt Bienenwachstücher sowie die Kritikpunkte dieser, unter der Bevölkerung sind. Zudem soll herausgefunden werden, ob Bienenwachstücher von Verbrauchern richtig genutzt werden.

Es besteht zudem die Frage, wie hoch die Keimbelastung von benutzten Bienenwachstüchern ist und wie weit sich diese von anderen Verpackungsmöglichkeiten unterscheidet. Dabei werden die Keimzahlen der Bienenwachstücher mit Keimzahlen von anderen üblich gängigen Verpackungsmöglichkeiten wie Alu- oder Frischhaltefolien verglichen. Hierdurch kann man festhalten, ob Bienenwachstücher hygienischer oder unhygienischer sind als andere gängige Verpackungsmöglichkeiten.

## 1.2. Methodiken

In dieser Arbeit wird eine Umfrage an Studierenden und Mitarbeitern der Hochschule für angewandte Wissenschaften in Hamburg (HAW) durchgeführt. Zudem werden zwei mikrobiologische Untersuchungen erfolgen. Die Auswertungen beider Methodiken sind auf dem digitalen Abgabemedium in der Hochschule für angewandte Wissenschaft an der Fakultät Life Science im Departement Ökotoxikologie oder bei den Prüfern Prof. Dr. Katharina Riehn und dem Prof. Dr. Michael Häusler einsehbar. Somit besteht der praktische Teil dieser Arbeit aus zwei Komponenten, welche zur Beantwortung der Fragen beitragen.

### **Online - Umfrage:**

Für diese Arbeit wird eine Umfrage erhoben. Diese erfolgt online, um die erhobenen Daten und Ergebnisse in digitaler Version einfacher auswerten zu können. Gleichzeitig ermöglicht die Umfrage eine größere Reichweite, da der Fragebogen im Netz der Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW) in Hamburg verschickt werden soll. Somit kann dieser von Teilnehmern aus allen Fakultäten der HAW Hamburg erhoben werden. Die Erhebung wird hierdurch nicht nur auf eine einzelne Fakultät der Hochschule beschränkt.

Die Ergebnisse dieses Fragebogens sollen in dieser Bachelorarbeit dazu beitragen, die genannten Fragestellungen zu beantworten und eine Übersicht des Themas wiederzugeben. Auf Grundlage der Antworten soll geschaut werden, ob die Studierenden Bienenwachstücher generell, deren Benutzung sowie die Reinigungsempfehlungen und die Kritikpunkte von Bienenwachstüchern kennen.

### **Laborversuche:**

Neben der Umfrage werden zwei Laborversuche erfolgen. Zuerst erfolgt das Tropfplattenverfahren, durch welches die allgemeine Gesamtkeimzahl aller aerob mesophiler Keime und auch die Keimzahlen zu Enterobakterien, Hefen und Schimmelpilzen bestimmt werden. Ziel dieses Versuches ist es, diese Keimzahlen zu bestimmen und miteinander zu vergleichen. Der Vergleich erfolgt an den Keimzahlen der untersuchten Verpackungsmöglichkeiten, mit den Keimzahlen der Bienenwachstücher. Hierbei werden die Verpackungsmöglichkeit mit den höchsten und niedrigsten Keimzahlen bestimmt. Dabei wird untersucht, ob die Keimwerte bzw. die Ergebnisse der Bienenwachstücher besser ausfallen als die der anderen Verpackungsmöglichkeiten.

Der zweite Laborversuch ist ein Abklatschverfahren. Durch dieses werden die Oberflächen von benutzten Bienenwachstüchern und anderen Verpackungsmöglichkeiten, auf den allgemeinen Gesamtkeimgehalt aller aerob mesophiler Keime, untersucht und miteinander verglichen werden. Auch hier wird festgehalten, welche Oberflächenkeimgehalte unter den untersuchten Verpackungsproben am höchsten und am niedrigsten sind.

## 2. Bienenwachstücher

Um dem Konsummüll entgegenzuwirken, verzichten immer mehr Menschen auf Einwegartikel (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), 2021, S. 142).

Im Hinblick auf die Verschmutzung der Weltmeere durch Plastikmüll, greifen Verbraucher auf nachhaltigere Produkte zurück, welche aus natürlichen Materialien bestehen. Eine Alternative für Alu- und Frischhaltefolien sind Bienenwachstücher. Bei Bienenwachstüchern handelt es sich um Baumwolltücher, welche mit Bienenwachs imprägniert werden. Als zusätzliche Bestandteile werden in Bienenwachstüchern auch häufig Baumharz und pflanzliches Öl eingesetzt (Göhring, 2021).

Bienenwachstücher haben die Aufgabe Lebensmittel frisch zu halten und dienen als Verpackungsalternative zu den üblichen Verpackungsmöglichkeiten wie Alu- und Frischhaltefolien. Die Wachstücher dienen dazu, Lebensmittel zu verpacken bzw. zu bedecken (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1). Zudem werden Bienenwachstücher von Herstellern als nachhaltig und langlebig beworben (Beeskin GmbH, o. J.). Laut diesen lassen sich Bienenwachstücher reinigen, wodurch sie bis zu einem Jahr wiederverwendet werden können (Borst, H.; beegut GmbH, 2019). Bienenwachstücher waren ursprünglich nur in Online-Shops erhältlich. Inzwischen sind sie in Supermärkten und Drogerien erhältlich (Göhring, 2021).

Im folgenden Kapitel wird auf die Geschichte der Bienenwachstücher sowie deren Zusammensetzung und Anwendung eingegangen.

### 2.1. Geschichte

Die Kombination von Bienenwachs, Harz, Öl, Leinen und weiteren Bestandteilen, wurde bereits im alten Ägypten, zur Einbalsamierung und Mumifizierung von Toten genutzt. Der Begriff „Mumie“ ist persischen Ursprungs. Hierbei leitet sich der Begriff „Mumie“ vom ursprünglichen Begriff „Mumia“ ab, welches für Wachs und Pech steht, die unter anderem zur Einbalsamierung benutzt wurden. Der genaue Beginn der Einbalsamierung ist unklar, es wird aber der Zeitraum zu Beginn des Alten Reiches um 2640 v. Chr. vermutet bzw. geschätzt (Volke, 1993, S. 42).

Die Mumifizierung war ein Prozess, welcher sich in mehrere Prozessschritte unterteilte. Zur Mumifizierung wurden den Toten die inneren Organe entnommen. Die Körperhöhlungen wurden mit Palmwein gespült, um diese zu sterilisieren. Die Körperhöhlungen wurden dann, möglicherweise, mit Packungen bestehend aus Natron und Harz ausgefüllt.



**Abbildung 1:** Fotografie einer Mumie

Quelle: Volke, 1993, S. 44

Der Leichnam wurde schließlich mit Natron überdeckt und für ca. 40 Tage in diesem Zustand gelagert. Anschließend wurde der Leichnam mit einer Natronlösung gewaschen. Die Füllungen wurden anschließend durch in Harz getränkte Leinen, Sägespäne oder andere Produkte ersetzt. Der Leichnam wurde mithilfe von Wacholderöl, weiteren Salben und wohlriechenden Mitteln einbalsamiert. Die Augen, die Nase, die Ohren und die offenen Bauchschnitte wurden schließlich mit Bienenwachs abgedeckt und der gesamte Körper am Ende mit Leinen umwickelt, die vorher in Harz oder Gummi getränkt wurden (Volke, 1993, S. 43-44).

In Abbildung Nr. 1 ist eine Mumie dargestellt, die in den beschriebenen Leinen umwickelt ist.

Sämtliche zur Mumifizierung verwendete Substanzen wie beispielsweise die Harze, Salben oder Öle besitzen konservierende Eigenschaften. Durch die Behandlung wurden somit die Leichen konserviert, wodurch beispielsweise die Fäulnis der Haut oder das Eindringen von Mikroorganismen beim Leichnam verhindert wurde (Volke, 1993, S. 45).

Heutige Bienenwachstücher, welche als Verpackungsalternative für Lebensmittel verwendet werden, beinhalten in ihrer Zusammensetzung ebenfalls Öl, eventuell Harz und Bienenwachs (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

## 2.2. Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe

Bienenwachstücher bestehen aus Stofftüchern, Bienenwachs, Öl und eventuell Harz (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Welche Rohstoffe in Bienenwachstüchern verwendet werden, ist abhängig von den Herstellern. Dies betrifft unter anderem die Qualität der Inhaltsstoffe sowie den Preis, welche sich ebenfalls unterscheiden können (Little Bee Fresh GmbH, o. J.). In der Abbildung Nr. 2 sieht man ein Beispiel, für unterschiedliche Bienenwachstücher, welche sich in ihrer Farbe und Größe unterscheiden.

Im Folgenden werden die einzelnen Bestandteile eines Bienenwachstuches kurz beschrieben.

### **Textilien:**

Die Stofftücher werden mit Bienenwachs imprägniert (Göhring, 2021). Durch dieses lassen sich dann Lebensmittel per Hand einschlagen, wodurch das Bienenwachstuch zu einer Art festen Verpackung wird (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).



**Abbildung 2:** Verschiedene Bienenwachstücher

Quelle: Göhring, 2021

Zumeist handelt es sich dabei um Baumwolltücher, welche mit trendigen Mustern bedruckt sind (Göhring, 2021). Laut den Angaben eines Herstellers ist locker gewebter Baumwollstoff für Bienenwachstücher geeignet, da der Stoff die Lebensmittel atmen lässt, sie aber dennoch nicht austrocknen lässt (Beeskin GmbH, o. J.).

Die für Bienenwachstücher verwendeten Stofftücher müssen für den Lebensmittelkontakt geeignet sein (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1). Zu solchen zählen unter anderem die Textilien, die beispielsweise nach dem freiwilligen Global Organic Textile Standard (GOTS) zertifiziert sind und für diese Zertifizierung bestimmte Anforderungen erfüllen. Beispielsweise müssen die Textilien, die mit Lebensmittel in Kontakt kommen sollen, vollständig chlorfrei sein. (Global Standard gemeinnützige GmbH, 2020, S. 33).

Der GOTS stellt und definiert Anforderungen bzw. Kriterien an Textilien. Ziel dieses Standards ist es, durch die gestellten Anforderungen den ökologischen Status von Textilien zu erhalten. Um eine GOTS-Zertifizierung zu erhalten, müssen Hersteller die vom Standard geforderten Kriterien erfüllen (Global Standard gemeinnützige GmbH, 2020, S. 3).

### **Bienenwachs:**

Mit dem Bienenwachs werden die Stofftücher imprägniert. Nach Angaben eines Herstellers, erhalten die Bienenwachstücher durch das Bienenwachs eine antibakterielle Eigenschaft, welches die Lebensmittel länger frisch halten soll (Little Bee Fresh GmbH, o. J.).

Die antibakterielle Wirkung der untersuchten Bienenwachstücher ist womöglich auf den im Bienenwachs enthaltenen Propolis zurückzuführen (Pinto, Pankowski, & Nano, 2017, S. 145). Bei Propolis handelt es sich um eine harzartige Substanz, welche von Bienen hergestellt wird. Diese sorgt für den Schutz der Waben vor dem Befall von Parasiten und Krankheitserregern. Propolis besteht unter anderem aus Naturharz, Wachs, Pollen und ätherischen Ölen, wobei die Zusammensetzung variieren kann (Lux, 2019, S. 8). Propolis besitzt eine antibakterielle und antivirale Wirkung. Beispielsweise zeigt Propolis eine Wirkung gegen Bakterien, Pilze sowie auch gegen Viren auf (Martinotti & Ranzato, 2015, S. 4).

In einer Untersuchung, welche 2017 veröffentlicht wurde, wurde die Wirkung von Bienenwachstüchern auf das Wachstum und die Replikation von Mikroorganismen, genauer von lebensmittelbedingt Krankheitserregern der Gruppen von Bakterien, Viren und Pilzen untersucht. In der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die Anzahl der Bakterienzellen durch das untersuchte Bienenwachstuch gehemmt werden konnte. Die Ergebnisse der Untersuchung belegen, dass die untersuchten Bienenwachstücher somit die Ausbreitung von bakteriellen Krankheitserregern hemmen und dem Lebensmittelverderb entgegenwirken. Allerdings wurde in der Untersuchung keine antimykotische und keine antivirale Wirkung der Bienenwachstücher festgestellt (Pinto, Pankowski, & Nano, 2017, S. 145).

Unter Bienenwachs versteht man ein Stoffwechselprodukt der Honigbiene (lat. *Apis mellifica*). Das Bienenwachs wird aus den Wachsdrüsen der Honigbiene ausgeschieden. Die Honigbienen nutzen das Wachs als Baumaterial für den Bau von Brut- und Honigwaben. Bienenwachs gehört zu den ältesten vom Menschen genutzten Naturwachsen. Sowohl in der Medizin als auch in der Pharmazie wird das Bienenwachs verwendet, unter anderem aber auch im Bereich der Kosmetik, beispielsweise zur Herstellung von Kosmetikprodukten (Brüschweiler, Felber, & Schwager, 1989, S. 73).

Zu den wichtigsten Bestandteilen von Bienenwachs zählen Fettsäure- und Hydroxyfettsäureester höherer Alkohole, freie Fettsäuren und Kohlenwasserstoffe. Der Schmelzpunkt von Bienenwachs liegt bei 62 - 64 °C (Brüschweiler, Felber, & Schwager, 1989, S. 73).

### **Öl:**

Zu den Inhaltsstoffen von Bienenwachstüchern gehört auch pflanzliches Öl (Göhring, 2021). Als häufiger Ölbestandteil wird bei Bienenwachstüchern Jojobaöl eingesetzt, welches die Tücher geschmeidig halten soll. Zudem sorgt das Jojobaöl dafür, dass das Bienenwachs nicht brüchig wird und sich vom Stoff ablöst (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Unter Jojobaöl versteht man kein Öl im herkömmlichen Sinne, sondern ein flüssiges Wachs, welches aus den Samen des immergrünen Jojobastrauches (Stammpflanze: lat. *Simmondsia chinensis*) gewonnen werden kann (Krist, 2013, S. 300-301).

Gebrauch findet das Wachs im Bereich der Pharmazie und Medizin, wo es beispielsweise als Träger oder als Ummantelung von Präparaten dient. In der Kosmetik wird Jojobaöl als Flüssigwachs in Shampoos, Seifen, Haarölen, Handcremen und weiteren kosmetischen Mitteln eingesetzt. Auch in der Industrie wird das Wachs als Schmier- und Treibstoff verwendet sowie auch als Hartwachs in Politurmitteln. Im Bereich der Küche kann Jojobaöl als Frittier- oder als Salatöl verwendet werden (Krist, 2013, S. 304-305).

Jojobaöl kann verzehrt werden, jedoch können Verdauungsenzyme das Jojobaöl nicht angreifen, was dies unverdaulich macht. Das Wachs wirkt entzündungshemmend, weshalb es sich zur Behandlung von verletzter Haut eignet, da das Wachs schnell einzieht und keinen Fettfilm hinterlässt (Krist, 2013, S. 303-304). Jojobaöl besteht aus einem Gemisch aus Wachsestern, welche wiederum aus Fettsäuren und Fettalkoholen bestehen (Krist, 2013, S. 302-303).

### **Baumharz:**

Baumharz wird in Bienenwachstüchern verwendet, damit diese flexibel und klebrig sind (Little Bee Fresh GmbH, o. J.).

Das Harz von Bäumen gehört zu der Gruppe der pflanzlichen natürlichen Harze, auch bekannt als Naturharz. Zu den Naturharzen zählen sämtliche Harze, tierischer oder pflanzlicher Herkunft.

Harze, welche einer pflanzlichen Herkunft entstammen, basieren auf Ausscheidungen der jeweiligen Pflanze. Meistens entstehen diese Ausscheidungen aus Bäumen, beispielsweise durch das Anritzen der Rinde. Dabei kann das flüssige, klebrige Harz aus dem Baum austreten und an der Luft durch die Verdunstung erstarren. Die Zusammensetzung von Naturharz ist abhängig von der Ursprungspflanze und den klimatischen Bedingungen. Bei Naturharzen handelt es sich um ein Gemisch, welches aus unterschiedlichen Substanzen besteht. Hierzu zählen Harzsäuren, sowie Ester von Harzsäuren und -alkoholen, Harzalkohole und Phenole mit Gerbstoffcharakter. Naturharz kann sowohl fest als auch flüssig sein. Zu den Substanzen zählen auch ungesättigte organische Verbindungen, die zum Teil auch sauerstoffhaltig sind. Naturharz wird für die Herstellung von Druckerfarben, Klebstoffen, Linoleum, Leder- und Schuhpflegemittel, Ölharzlacke, Beschichtungsmassen und weiteren Produkten verwendet (Caseri & et.al., 2006).

### 2.3. Die Eigenschaften von Bienenwachstüchern

Zu den Haupteigenschaften zählt die von Herstellern angegebene antibakterielle Wirkung der Inhaltsstoffe, die in Bienenwachstüchern enthalten sind. Diese antibakterielle Wirkung, welche vom Bienenwachs kommt, soll Lebensmittel länger frisch halten (Little Bee Fresh GmbH, o. J.). Neben dieser besitzen Bienenwachstücher die Eigenschaft, atmungsaktiv zu sein. Laut Herstellerangaben bildet sich durch die atmungsaktive Eigenschaft der Bienenwachstücher, weniger Kondenswasser als bei den gängigen Verpackungsmöglichkeiten wie Frischhaltefolie. Dadurch, dass sich weniger Kondenswasser unter den Bienenwachstüchern bildet, weichen die eingewickelten oder abgedeckten Lebensmittel durch die Bienenwachstücher weniger auf (Borst, H.; beegut GmbH, 2019).

Durch diese Eigenschaften kann man der Lebensmittelverschwendung entgegenwirken. Zudem kann man durch die Wiederverwendung von Bienenwachstüchern auf Einwegprodukte verzichten und somit den Verbrauch von Plastik zu reduzieren. Bienenwachstücher sind bis zu 1- 2 Jahre wiederverwendbar. Sollte das Wachs des Tuches durch die Benutzung dünner werden, lässt sich das Wachstum reparieren (Little Bee Fresh GmbH, o. J.).

Bienenwachstücher haben bei Zimmertemperatur eine weichere Konsistenz. Im Kühlschrank wird das Wachstum hingegen fest und ähnelt einem Plastikdeckel (Beeskin GmbH, o. J.).

### 2.4. Anwendung der Bienenwachstücher

Durch die eigene Körpertemperatur haften Bienenwachstücher an glatten Oberflächen und an sich selbst, wodurch Lebensmittel eingepackt oder abgedeckt werden können. Die Bienenwachstücher können dann sowohl im Kühlschrank als auch im Gefrierfach gelagert werden. Mit Bienenwachstüchern können beispielsweise Teller, Schalen oder Gläser abgedeckt werden (Beeskin GmbH, o. J.).

Bienenwachstücher eignen sich für das Einwickeln von Lebensmitteln, die für unterwegs mitgenommen werden sollen, beispielsweise zum Verpacken von Pausenbrot für die Schule oder für das Büro. Das Wachstuch kann mithilfe einer geeigneten Wachsmischung aufgefrischt bzw. repariert werden (Little Bee Fresh GmbH, o. J.).

Das Wachstuch kann auf dem Kompost entsorgt oder verbrannt werden, sofern dieses Schimmel aufweist (Beeskin GmbH, o. J.).

### **Geeignete Lebensmittel:**

Bienenwachstücher sind nicht für alle Lebensmittel geeignet. Beispielsweise ist der direkte Kontakt mit fettigen Lebensmitteln eher ungeeignet. Durch den Kontakt mit fettigen Lebensmitteln können sich Teile des Wachses vom Bienenwachstuch ablösen und in das Lebensmittel übergehen.

Zu den ungeeigneten fettigen Lebensmitteln zählen unter anderem Aufschnitt wie Wurst oder Käse, sowie Gebäck und Kuchen. Für den direkten Kontakt sind aus hygienischen Gründen auch rohe tierische Lebensmittel nicht geeignet. Für die Benutzung von Bienenwachstüchern eignen sich besonders Gemüse und Obst (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1-2).

Es sei anzumerken, dass es unterschiedliche Empfehlungen gibt, welche Lebensmittel für die Benutzung von Bienenwachstüchern geeignet sind und welche nicht. Während der BfR Kuchen und Aufschnitt als nicht geeignet einstuft, gibt ein Hersteller Aufschnitt wie Kochschinken oder Käse als geeignet an. Des Weiteren kann Brot mit Bienenwachstüchern verpackt werden (Beeskin GmbH, o. J.).

### **Reinigung:**

Um Bienenwachstücher zu reinigen, sollen diese nach der Benutzung mit kaltem Wasser abgespült werden. Bei stärkeren oder hartnäckigen Verschmutzungen kann das Wachstuch zusätzlich mit einem alkoholfreien und milden Spülmittel, sowie mit einer sanften Bürste gereinigt werden. Das Tuch kann mit einem Küchenhandtuch abgetupft oder aufgehängt werden, damit dieses an der Luft trocknen kann. Es wird nicht empfohlen, das Wachstuch an der Sonne oder auf einem warmen Heizkörper zu trocknen. Zudem sollten Bienenwachstücher per Hand und nicht mit einer Spülmaschine gereinigt werden, da Bienenwachs grundsätzlich bei 60 °C schmilzt. Das Wachstuch kann nach mehrmonatigem Gebrauch desinfiziert werden, beispielsweise mithilfe von Haushaltssessig oder durch kurzes Erhitzen im Backofen (Grega's Imkerei, 2019).

Es ist hier anzumerken, dass sich die Reinigung der Bienenwachstücher je nach Hersteller unterscheiden kann.

Andere Hersteller empfehlen beispielsweise die Reinigung von kaltem bis lauwarmen Wasser oder raten die Benutzung von groben Bürsten und Schwämmen ab. Beispielsweise kann hierbei die weiche Seite eines Schwammes benutzt werden, um Bienenwachstücher zu reinigen (Beeskin GmbH, o. J.).

## 2.5. Rechtliche Lage von Bienenwachstüchern als Lebensmittelkontaktmaterial

Materialien und Gegenstände, welche dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln mittelbar oder unmittelbar in Kontakt bzw. in Berührung zu kommen, fallen unter die Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 (Art. 1 Abs. 2 VO (EG) Nr. 1935/2004).

Zweck dieser Verordnung ist es, dass das Inverkehrbringen von Materialien und Gegenständen, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, wirksam funktioniert. Zudem soll durch diese Verordnung die Grundlage für ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und der Verbraucherinteressen geschaffen werden (Art. 1 Abs. 1 VO (EG) Nr. 1935/2004).

Die Materialien und Gegenstände müssen nach einer guten Herstellungspraxis hergestellt werden, sodass diese keine Bestandteile auf Lebensmittel in Mengen abgeben, die für die menschliche Gesundheit gefährlich sein könnten. Zudem dürfen solche Bestandteile zu keiner unvermeidbaren Veränderung in der Zusammensetzung der Lebensmittel und zu keiner Beeinträchtigung der organoleptischen Eigenschaften der Lebensmittel führen (Art. 3 Abs. 1 Punkt a.) VO (EG) Nr. 1935/2004). Die Materialien und Gegenstände dürfen den Verbraucher nicht durch die Kennzeichnung, Werbung oder Aufmachung in die Irre führen (Art. 3 Abs. 2 VO (EG) Nr. 1935/2004).

Da Bienenwachstücher als Verpackungsalternative gelten und dafür gedacht sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen fallen auch diese unter die Verordnungen (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher*).

### 3. Kritik zu Bienenwachstüchern

Die zentrale Aufgabe des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) ist es, die wissenschaftliche Risikobewertung von Lebens- und Futtermitteln, Stoffen und Produkten als Grundlage für den gesundheitlichen Verbraucherschutz durchzuführen (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), (o.J.)).

Der BfR ist auf das Thema Bienenwachstücher eingegangen. Hierbei geht das Institut auf die Problematiken von Bienenwachstüchern ein und gibt auch Empfehlungen für den Verbraucher wieder (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1-2).

Im Kapitel werden diese Problematiken wiedergegeben und erklärt.

#### **Primäre aromatische Amine:**

Das Bundesinstitut für Risikobewertung weist darauf hin, dass die bedruckten bzw. gefärbten Textilien von Bienenwachstüchern einige Risiken bergen können. Beispielsweise können sich Bestandteile von den eingesetzten Druckerfarben lösen und ggf. auf das Lebensmittel übergehen. Als Beispiele hierfür nennt der BfR Textilien, welche nicht für den Lebensmittelkontakt geeignet sind, wie Gardinen oder Stoffreste. Ein Problem hierbei können die primären aromatischen Amine sein, welche auf die Lebensmittel übergehen können und welche zum Teil als krebserzeugend eingestuft sind. (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Unter primären aromatischen Aminen (paA) versteht man eine Gruppe von chemischen Verbindungen, die man in der Farbmittelherstellung verwendet. Beispielsweise werden Farbmittel bzw. farbgebende Bestandteile mithilfe von paA hergestellt. Hierzu gehören beispielsweise Azopigmente, welche später bei der Bedruckung von Lebensmittelkontaktmaterialien wie beispielsweise Bäckertüten oder Servietten verwendet werden. Die Restmengen von paA können bei der Herstellung auf den fertigen Pigmenten als Verunreinigungen hinterbleiben und über längerfristigen Kontakt auf Lebensmittel übergehen. Für die Herstellung von Druckerfarben werden ca. 5000 Stoffe verwendet, von denen ca. 80 % ungenügende oder fehlende Daten bezüglich ihrer Toxizität besitzen. Das gesundheitliche Risiko von Druckerfarben für den Menschen ist abhängig von deren Stoffeigenschaften. Laut BfR müssen die Stoffe, aufgrund dessen gesundheitlich bewertet und ihr Übergang auf Lebensmittel reguliert werden. Viele paA sind nicht als Kanzerogene eingestuft, jedoch sind einige Vertreter von paA als Humankanzerogene bekannt. Ein gesundheitliches Risiko können paA darstellen, wenn diese von bunt bedruckten Lebensmittelbedarfsgegenständen (wie Servietten oder Bäckertüten) auf Lebensmittel übergehen. Der BfR gibt an, dass ein gesundheitlich bedenklicher Übergang von paA bei einem kurzfristigen Kontakt mit Haut und Schleimhäuten nicht anzunehmen ist (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2017, S. 1-3).

Wie bereits erwähnt, gibt der BfR wieder, dass ein Übergang von paA auf Lebensmittel auch durch Bienenwachstücher möglich ist, sofern diese aus gefärbten Textilien hergestellt werden, die nicht für den Lebensmittelkontakt geeignet sind, wie gefärbte Gardinen oder andere Textilreste (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Eine Untersuchung des Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) aus dem Jahr 2020, betrachtete 16 Bienenwachstücher auf deren Übergang von Pflanzenschutzmitteln und Farbe sowie die Beeinträchtigung von Geruch und Geschmack auf Lebensmitteln, durch Bienenwachstücher. Hinsichtlich der Farben und ihrer Echtheit, dem Übergang von Pflanzenschutzmitteln und der Beeinträchtigung der Sensorik (Geruch und Geschmack), konnte das LGL ebenfalls keine Auffälligkeiten bei den untersuchten Bienenwachstüchern feststellen (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), 2021, S. 142-143).

Einen genauen wissenschaftlichen Beweis für den Übergang von paA über Bienenwachstücher auf Lebensmittel, konnte für diese Arbeit nicht gefunden werden. Die Ergebnisse der Untersuchung des LGLs aus dem Jahr 2020, wiesen hinsichtlich der Farbübergänge von Bienenwachstüchern keine Auffälligkeiten auf. Aus den Angaben des BfRs ist ein Übergang von paA aus Bienenwachstüchern auf Lebensmittel jedoch nicht auszuschließen.

### **Bienenwachs und Paraffine:**

Nach Angaben des BfRs können Verunreinigungen in Bienenwachs, wie Mineralölbestandteile vorkommen (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Bienenwachs ist heutzutage ein sehr gefragter natürlicher Rohstoff, der in den unterschiedlichsten Industriebereichen eingesetzt bzw. verwendet wird (siehe *Kapitel 2.2 Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe*), wobei die Nachfrage nach diesem Rohstoff höher ist als das Angebot. Aus diesem Grund werden Versuche unternommen, Bienenwachs mit anderen Substanzen zu strecken. Hierzu zählt beispielsweise Paraffin, welcher aus Kohlenstoffen besteht und in der Industrie billig produziert wird (Prieto, Nürnberger, & Rosenberg, 2018, S. 4). Paraffine und Paraffinwachse sind Mineralölprodukte, welche in kosmetischen Mitteln eingesetzt werden. Solche komplexen Mineralölgemische bestehen aus gesättigten Kohlenwasserstoffen (MOSH), oder aus aromatischen Kohlenwasserstoffen (MOAH) (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2018, S. 7).

MOSH (engl. Mineral Oil Saturated Hydrocarbons) und MOAH (engl. Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons) kommen in der Umwelt nahezu überall vor. Unter anderem können diese über unterschiedliche Wege auf Lebensmittel gelangen, beispielsweise können diese von Recyclingkartons, -Papieren und -Wellpappen auf Lebensmittel übergehen (Matissek R. , 2020, S. 106).

Mineralölbestandteile können in den Druckfarben von Verpackungen vorkommen. Inwieweit die in Lebensmitteln festgestellten Konzentrationen von solchen Mineralölbestandteilen eine Gefahr für den Verbraucher darstellen, ist nicht ganz eindeutig. Anhand von tierexperimentellen Studien konnte herausgefunden werden, dass diese sich im Körper ansammeln können, unter anderem in der Leber, den Herzklappen oder den Lymphknoten. Dort können die Stoffgemische zu Schäden führen (MMW - Fortschritte der Medizin, 2010, S. 6).

Das LGL-Bayern, welches im Jahr 2020 16 Bienenwachstücher auf deren Übergang von Pflanzenschutzmitteln, Farbe sowie die Beeinträchtigung von Geruch und Geschmack auf Lebensmitteln, durch die Bienenwachstücher untersuchte, untersuchte zudem auch die Wachskomponente auf deren Zusammensetzung sowie auch die Kennzeichnung der Bienenwachstücher. In der Untersuchung wurde bei drei Proben der 16 untersuchten Bienenwachstücher, paraffinische Wachse nachgewiesen. In der Kennzeichnung der Bienenwachstücher war es nicht möglich zu erkennen, dass in der Zusammensetzung dieser auch paraffinische Wachse verwendet wurden, weshalb diese aufgrund irreführender Angaben beanstandet wurden. Zudem fehlte bei allen 16 Bienenwachstüchern ein Verwendungshinweis, dass diese nicht mit fettigen Lebensmitteln in Kontakt gebracht werden dürfen (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), 2021, S. 142-143).

#### **Pestizidnachweis in Bienenwachstüchern:**

In Bienenwachs können Pestizide als Verunreinigungen vorkommen (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Bei Pestiziden handelt es sich um Gifte, welche zur Bekämpfung von Lebewesen eingesetzt werden, welche schädlich sind, wie beispielsweise Tiere oder Pflanzen. Pestizide werden in unterschiedliche Gruppen aufgeteilt, beispielsweise in Insektizide (gegen Insekten), Fungizide (gegen Pilze), u. v. m. Pestizide sind toxisch für den Menschen. Für den Menschen können Pestizide eine Gefahr darstellen, sobald diese in den direkten Kontakt mit Pestiziden kommen, beispielsweise durch Hautkontakt, Inhalation oder Ingestion. Zumeist erfolgen Vergiftungen beim Menschen durch Pestizide, im gewerblichen oder im privaten Bereich (Böhm, Freissmuth, & Offermanns, 2012, S. 815).

Das CVUA-MEL wies im Berichtsjahr 2020 in einigen Bienenwachstüchern (genaue Anzahl der untersuchten Bienenwachstücher wurde nicht angegeben) das Vorkommen von Pestiziden bzw. Bienenarzneimitteln in Prüfsimulanzien nach.



**Abbildung 3:** Varroamilben

Quelle: Bayer AG; transquer GmbH;  
Bayer Bee Care Center, 2019, S.9

Bei den durch das CVUE-MEL nachgewiesenen Pestiziden handelte es sich um die Bienenarzneimittel Coumaphos und Tau-Fluvalinat, sowie das Synergisten Piperonylbutoxid. Bei diesen nachgewiesenen Substanzen handelt es sich um neurotoxische Verbindungen. Sie werden hauptsächlich zur Bekämpfung der Varroamilbe eingesetzt (Goldbeck, 2020, S. 109).

Die Varroamilbe (lat. *Varroa destructor*) ist ein parasitäres Spinnentier, welches oft nicht größer als 1 Millimeter wird (siehe Abb.3). Die Varroamilbe führt zu Infektionen und Erkrankungen bei Bienenvölkern. Die Milbe ist in der Lage Viruskrankheiten zu übertragen, welche für ausgewachsene Honigbienen sowie deren Nachwuchs tödlich sein können (Bayer AG; transquer GmbH; Bayer Bee Care Center, 2019, S. 5-8).

Zur Behandlung der Varroamilbe stehen verschiedene chemische, biologische, biotechnische oder physische Möglichkeiten zur Verfügung. Zur chemischen Bekämpfung der Milbe gehören synthetische Varroazide, wie die Pestizide Coumaphos und Tau-Fluvalinat (Bayer AG; transquer GmbH; Bayer Bee Care Center, 2019, S. 29-31)

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei Coumaphos um ein synthetisches Pestizid, welches zur Abtötung der Varroamilbe eingesetzt wird. Das Pestizid ist als Tierarzneimittel in der Europäischen Union (EU) zugelassen (Goldbeck, 2020, S. 109).

Coumaphos ist zudem ein Insektizid, welches sich am Nervensystem der Insekten auswirkt (RÖMPP-Redaktion, Lindemann, & et.al, 2015).

Die Rückstände von Coumaphos in Honig gelten als unproblematisch, da bei einer korrekten Anwendung des Pestizids, dieser kaum in den Honig übergehen kann. Coumaphos besitzt eine Rückstandshöchstmenge von 100 µg/kg für Honig, welche in der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 festgelegt ist. Honigproben wiesen nur selten einen positiven Befund mit Coumaphos auf. Tau-Fluvalinat ist ebenfalls ein Tierarzneimittel und wird als Pestizid gegen die Varroamilbe eingesetzt. Tau-Fluvalinat ist in der EU als Tierarzneimittel zugelassen, besitzt jedoch, anders als Coumaphos, keine festgelegte Rückstandshöchstmenge in Honig. Grund hierfür ist, dass Tau-Fluvalinat praktisch nicht in Honig übergehen kann. Beide Pestizide können in erheblichen Umfang im Bienenwachs vorkommen und sich in den Waben von Bienen anreichern, beispielsweise durch die jahrelange Behandlung von Bienenvölkern und der Wiederverwendung von betroffenen Wachsen zur Herstellung von neuen Waben. Eine Rückstandshöchstmenge von beiden Pestiziden in Bienenwachs wurde nicht festgelegt. Sofern mit Pestiziden kontaminierte Bienenwachstücher als Verpackungsmaterial für Lebensmittel verwendet werden, ist davon auszugehen, dass die genannten Pestizide durch den direkten Kontakt auf die verpackten Lebensmittel übergehen können. Das gilt laut CVUA-MEL, insbesondere für fettreiche Lebensmittel (Goldbeck, 2020, S. 109).

Das CVUA-MEL stellte in der Untersuchung zudem fest, dass einige Bienenwachstücher trotz der auffälligen Pestizid-Befunde mit dem Hinweis beworben wurden, dass diese auf Schadstoff- und Pestizidrückstände geprüft sind. Laut CVUA-MEL ist dieser Hinweis geeignet, um Verbraucher in die Irre zu führen. Der Verbraucher kann aufgrund der Auslobung denken, dass das Bienenwachstuch eine bessere Qualität besitzt als andere ungeprüfte Wachstücher (Goldbeck, 2020, S. 110).

### **Jojobaöl:**

Der BfR weist darauf hin, dass das Jojobaöl bei der Benutzung der Bienenwachstücher auf fettigen Lebensmitteln wahrscheinlich übergehen kann. Anhand von Tierstudien wurde festgestellt, dass Jojobaöl zu einer toxischen Wirkung in Darmzellen führen kann (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022).

In einem Tiermodell wurde die Auswirkung von flüssigem Jojobawachs an Ratten untersucht. Dabei wurde über einen Zeitraum von vier Wochen eine Menge von 2,2 %, 4,5 % und 9 % flüssiges Jojobawachs in das Futter der Ratten hinzugegeben. An den Ratten konnte später ein dosisabhängiger Gewichtsverlust von bis zu 20 % des Körpergewichtes festgestellt werden. Das von den Ratten aufgenommene Jojobawachs hat sich in den Darmzellen angesammelt und führte unter anderem zur Zellzerstörung. Die Leber zeigte eine fettige Infiltration und der Fettgehalt im Kot der Ratten war erhöht. Des Weiteren konnte an den Ratten festgestellt werden, dass unter der Zugabe von Jojobawachs die Enzymaktivitäten, welche als Indikator für einen Zellabbau gelten, signifikant erhöht waren. Eine Zunahme der Produktion von weißen Blutkörperchen konnte ebenfalls festgestellt werden. Laut BfR liegen derzeit keine Humanstudien oder weitere relevante Erkenntnisse von den Auswirkungen von Jojobasamen und Jojobawachs im Menschen vor. Da die Datenlage zur Wirkung von Jojobasamen beim Menschen derzeit unzureichend ist und die Risiken unkalkulierbar sind, empfiehlt der BfR von dem Verzehr der Samen ab (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007, S. 1-4).

Da ein Übergang von Jojobaöl auf Lebensmittel durch Bienenwachstücher möglich ist, und somit auch vom Menschen verzehrt werden kann, rät der BfR von Bienenwachstüchern mit Jojobaöl ab (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

### **Problematik einer nicht ausreichend hygienischen Reinigung:**

Eine hygienische Reinigung von Bienenwachstüchern ist laut dem BfR nicht möglich. Grund hierfür ist das Beschichtungsmaterial der Wachstücher, welches bei hohen Temperaturen schmelzen kann (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 2).

Der Schmelzpunkt von Bienenwachs liegt zwischen ca. 62 bis 64 °C (Brüschweiler, Felber, & Schwager, 1989, S. 73).

Somit können Bienenwachstücher nur feucht abgewischt werden, was aus hygienischer Sicht kritisch zu bewerten ist. Nach mehrfachem Gebrauch der Wachstücher, ohne eine heiße Reinigung in der Spül- oder Waschmaschine, können sich Krankheitserreger auf diesen ansammeln und vermehren (Goldbeck, 2020, S. 110).

Zudem ist eine Übertragung der Keime auf andere Lebensmittel möglich, sofern das Wachstuch nicht ausreichend gereinigt wird. Eine Verwendung von Bienenwachstüchern mit rohen tierischen Lebensmitteln wird daher nicht empfohlen. Krankheitserreger können auch auf pflanzlichen Lebensmitteln vorkommen, was selten ist (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 2).

Für die menschliche Gesundheit kann ein fehlerhafter Umgang mit Lebensmitteln gefährlich werden, beispielsweise wenn dieser zu Lebensmittelvergiftungen und –infektionen führt. Laut dem BfR werden jedes Jahr in Deutschland ca. 100.000 Erkrankungen gemeldet, die auf das Vorkommen von Mikroorganismen wie Bakterien, Viren und Parasiten auf Lebensmitteln zurückzuführen sind. Die meisten lebensmittelbedingten Vergiftungen und Infektionen verursachen bei Menschen Erbrechen, Durchfall oder Magenkrämpfe. Diese heilen jedoch meistens von selbst aus. Bei Menschen mit schwachen bzw. beeinträchtigten Abwehrkräften können lebensmittelbedingte Infektionen in extremen Fällen lebensgefährlich werden. Krankmachende Keime geraten über rohe Lebensmittel wie Fleisch, Fisch, Obst, Gemüse, Kräuter und Ei in die Küche, aber auch über infizierte Menschen, Schädlinge, Insekten und Haustiere. Eine Verunreinigung von Lebensmitteln durch Mikroorganismen muss verhindert werden, indem man eine Übertragung dieser verhindert. Zumeist werden krankmachende Keime und Mikroorganismen von meistens rohen Lebensmitteln auf andere Lebensmittel übertragen. Diese kann durch direkten Kontakt von zwei unverpackten Lebensmitteln geschehen. Eine solche Art der Keimübertragung bezeichnet man auch als Kreuzkontamination, welche auch indirekt über Hände, Arbeitsflächen, Küchenutensilien und Geräte erfolgen kann (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2020, S. 1).

Die meisten Mikroorganismen, welche zu Lebensmittelverderbnis und Lebensmittelvergiftungen führen, wachsen optimal im mesophilen Temperaturbereich. Bakterien wachsen optimal zwischen 30 und 40 °C, Hefen und Schimmelpilze bei 25 °C. Bakterien, Hefen und Schimmelpilze können bei Temperaturen bis 100 °C abgetötet werden (Krämer J. , 2010, S. 511-512).

Das BfR empfiehlt nach der Verarbeitung von rohen Lebensmitteln (Gemüse, Fleisch, Fisch und rohes Ei) eine hygienische und gründliche Reinigung der benutzten Küchengeräte, Oberflächen und von Geschirr mit möglichst heißem Wasser und Spülmittel (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2020, S. 7).

Der Kritikpunkt zur Reinigung soll in Laborversuchen näher untersucht werden. Hierbei soll auch geschaut werden, ob und wie weit die Reinigung von Bienenwachstüchern eine Auswirkung auf die Keimbildung bzw. Keimbelastung hat (siehe hierfür *Kapitel Einführung der Laborversuche*). Mitunter sollen in den Laborversuchen Gesamtkeimzahlen ermittelt werden.

**Fehlende und irreführende Angaben:**

Das LGL- Bayern untersuchte im Jahr 2020 insgesamt 16 Bienenwachstücher. Dabei konnte festgehalten werden, dass bei allen untersuchten Bienenwachstüchern ein Verwendungshinweis fehlte, dass keinen fettigen Lebensmitteln in direkten Kontakt mit dem Wachstuch kommen dürfen. Das LGL beanstandete daraufhin alle 16 Bienenwachstücher, aufgrund der fehlenden Angabe. Bei drei Bienenwachstüchern konnten Paraffine im Wachs nachgewiesen werden. Dem Verbraucher wurde auch hier anhand der Kennzeichnung nicht erkennbar gemacht, dass auch paraffinische Wachse im Bienenwachstuch verwendet wurden. Die drei Proben wurden vom LGL-Bayern ebenfalls aufgrund irreführender Angaben beanstandet (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), 2021, S. 142-143).

Das CVUA-MEL, welches ebenfalls Bienenwachstücher im Jahr 2020 untersuchte, konnte bei einigen Bienenwachstüchern Pestizide nachweisen. Auffallend war hierbei, dass trotz des auffälligen Pestizidnachweises, einige Bienenwachstücher mit dem Hinweis beworben wurden, dass diese auf Schadstoff- und Pestizidrückstände geprüft sind. Laut CVUA-MEL ist dieser Hinweis geeignet, Verbraucher in die Irre zu führen, da der Verbraucher aufgrund der Auslobung davon ausgehen kann, dass die Qualität (im Hinblick auf die Schadstoffe und Pestizidrückstände) von dem geprüften Produkt höher ist als bei anderen Wachstüchern, welche ungeprüft sind (Goldbeck, 2020, S. 109-110). Im Hinblick auf die Verordnung (EG) Nr. 1935/2004, dürfen Materialien und Gegenstände, welche dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln mittelbar oder unmittelbar in Kontakt bzw. in Berührung zu kommen, den jedoch Verbraucher nicht durch die Kennzeichnung, Werbung oder Aufmachung in die Irre führen (Art. 3 Abs. 2 VO (EG) Nr. 1935/2004). Solche irreführenden Angaben, wie das LGL-Bayern oder das CVUA-MEL sie feststellen konnte, wurden somit gegen die Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 verstoßen, wodurch das Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und der Verbraucherinteressen gebrochen wird (Art. 1 Abs. 1 VO (EG) Nr. 1935/2004).

## 4. Umfrage zu Bienenwachstüchern

Im folgenden Kapitel wird die erhobene Umfrage behandelt. Bevor auf die Ergebnisse der Umfrage eingegangen wird, wird der Aufbau des Fragebogens erklärt. Mitunter wird auf die Auswahl der Fragen, sowie auf die Auswahl des Formates und die Teilnehmergruppe eingegangen.

Ziel dieser Umfrage ist es herauszufinden, wie bekannt Bienenwachstücher, sowie die Kritikpunkte dieser sind, was eine allgemeine Bevölkerung zu Bienenwachstüchern weiß und ob Bienenwachstücher von möglichen Verbrauchern richtig verwendet werden.

### 4.1. Aufbau des Fragebogens

Für die Online-Umfrage wurde ein Fragebogen bestehend aus 21 Fragen in deutscher Sprache erstellt, welche in 4 Rubriken unterteilt wurden: Soziodemografie, Eröffnungsfrage, Fragen zu Bienenwachstüchern und der Endfrage (abschließende Frage).

Die Umfrage war auf die Zielgruppe der Studierenden und Mitarbeiter der HAW Hamburg ausgerichtet. Grund für die Auswahl der Zielgruppe ist es, durch die Online-Umfrage Erwachsene unterschiedlichsten Alters zu erreichen, welche die Bienenwachstücher möglicherweise kennen oder vielleicht verwenden bzw. benutzen. Dafür eignete sich die Zielgruppe von Studierenden und Mitarbeitern der HAW, deren Altersgruppe von ca. 17 bis über 40 Jahre reichte. Die Fragen wurden möglichst einfach und leicht verständlich formuliert.

Die Online-Umfrage wurde am 09.11.2021 per E-Mail durch einen E-Mail-Verteiler veröffentlicht und war bis zum 30.11.2021 für die Teilnehmer abrufbar. Die E-Mail beinhaltete eine kurze Beschreibung des Themas der Umfrage, sowie einen Link, über den die Online-Umfrage für 22 Tage abrufbar war. Unvollständige Fragebögen wurden aus der Auswertung ausgeschlossen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Fragen der Online-Umfrage wiedergegeben. Hierbei werden die Fragen, die Antwortoptionen, die Intension der Frage sowie die Fragen-Typen kurz wiedergegeben. Optionale Fragen werden zusätzlich gekennzeichnet.

Die Fragen-Typen werden wie folgt definiert:

- Auswahl: Einfache Auswahlmöglichkeit einer Antwort,
- Mehrfachauswahl: Mehrere Auswahlmöglichkeiten auswählbar,
- Offene Texteingabe: Freitextfeld (Freie Eingabe der Benutzer).

Die Angabe der Intension gibt das Ziel der Fragestellung wieder. Diese wird in der späteren Analyse der Ergebnisse aufgegriffen.

Es wurden 4 Fragen aus der Auswertung der Ergebnisse ausgeschlossen, weshalb Sie in der nachfolgenden Auflistung nicht mit aufgelistet sind. Die Gründe hierfür werden im Kapitel *Methodendiskussion der Umfrage* genannt. Die Eröffnungsfrage wird ebenfalls aus der Auswertung ausgeschlossen. Grund hierfür wird in diesem Kapitel unter dem Punkt *Rubrik 2 (Eröffnungsfrage)* beschrieben.

Die Nummerierung der Fragen ist an die jeweiligen Rubriken angepasst. Die genaue Nummerierung der gesamten Umfrage ist in den Tabellenbezeichnungen wiedergegeben (siehe Tabelle 1 bis Tabelle 17).

Der vollständige Fragebogen ist in der digitalen Abgabe für diese Arbeit zu finden. Die ausgeschlossenen Fragen sind im Anhang wiederzufinden.

### **Rubrik 1: Soziodemografie**

Der Fragebogen beginnt mit der Rubrik Soziodemografie, in der die Teilnehmer nach ihrem Geschlecht und Alter abgefragt wurden (siehe Tabelle 1 und 2). Hierbei werden die Fragen Nr. 3 und Nr. 4 aus der Auswertung ausgeschlossen und werden im Folgenden nicht aufgelistet. Die Begründung hierfür wird in Kapitel *Methodendiskussion der Umfrage* wiedergegeben.

#### **Frage Nr. 1: Welches Geschlecht haben Sie? – Auswahl (optional)**

**Tabelle 1:** Frage Nr. 1 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
Ich bin...	- Feststellen, welches Geschlecht häufiger an der Umfrage teilgenommen hat.
- weiblich	
- männlich	
- divers	

#### **Frage Nr. 2: Wie alt sind Sie? – Auswahl (optional)**

**Tabelle 2:** Frage Nr. 2 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
- 17 – 21	- Feststellen, welche Altersgruppe besonders häufig an der Umfrage teilgenommen hat.
- 22 – 30	
- 30 – 40	
- Über 40	

## Rubrik 2: Eröffnungsfrage

Um die Teilnehmer zum Thema Bienenwachstücher überzuleiten, wurde eine einfache Eröffnungsfrage gestellt, die mit dem eigentlichen Thema nicht verbunden war (siehe Tabelle 3). Sie diente lediglich als Überleitung in den Hauptteil der Umfrage. Die Frage wird aufgrund dessen aus der Auswertung der Ergebnisse ausgeschlossen.

### Frage Nr. 1: Der Sommer ist vorbei und, man sieht immer weniger Bienen. Mögen Sie Bienen? – Auswahl (optional)

**Tabelle 3:** Frage Nr. 5 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
- Ja	- Überleitung in den Hauptteil der Umfrage.
- Nein	

## Rubrik 3: Bienenwachstücher

Die nächste Rubrik beschäftigt sich mit dem Thema Bienenwachstücher und ist der Schwerpunkt der Umfrage. In dieser Rubrik werden unterschiedliche Fragen zum Nutzverhalten von Bienenwachstüchern sowie Fragen zu der Bekanntheit der Problematiken von Bienenwachstüchern gestellt. Die Fragen Nr. 7 und Nr. 14 werden aus der Auswertung ausgeschlossen und sind im Folgenden nicht mit aufgelistet. Die Begründung hierfür wird im Kapitel *Methodendiskussion der Umfrage* genannt.

### Frage Nr. 1: Kennen Sie Bienenwachstücher? – Auswahl (nicht optional)

**Tabelle 4:** Frage Nr. 6 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
- Ja	- Feststellen, ob die Teilnehmer Bienenwachstücher allgemein kennen oder nicht.
- Nein	

### Frage Nr. 2: Haben Sie Bienenwachstücher schonmal benutzt? – Auswahl (nicht optional)

**Tabelle 5:** Frage Nr. 7 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
- Ja	- Feststellen, ob die Teilnehmer Bienenwachstücher schonmal benutzt haben.
- Nein	

**Frage Nr. 3: Wofür benutzen Sie die Bienenwachstücher? – Mehrfachauswahl und offene Texteingabe (nicht optional)**

**Tabelle 6:** Frage Nr. 8 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Einwickeln bzw. einpacken von Lebensmitteln anstatt der üblichen Frischhalte-, und Alufolien.</li> <li>- Zum Abdecken von Schalen, Tellern, etc. mit darin enthaltenen Lebensmitteln.</li> <li>- Als Lebensmittelverpackung für unterwegs (Anstatt einer Brotdose).</li> <li>- Sonstiges... (offene Texteingabe)</li> <li>- Ich benutze keine Bienenwachstücher.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, für was die Teilnehmer die Bienenwachstücher nutzen.</li> </ul>

**Frage Nr. 4: Welche Lebensmittel verpacken Sie mit den Bienenwachstüchern? - Mehrfachauswahl (nicht optional)**

**Tabelle 7:** Frage Nr. 9 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemüse und Obst (frisch)</li> <li>- Frisches Fleisch und Fisch</li> <li>- Brot</li> <li>- Fettige Lebensmittel (Kuchen, Wurst, Frittiertes, ...)</li> <li>- Milcherzeugnisse (Käse)</li> <li>- Keine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, welche Lebensmittel unter den Teilnehmern häufig oder selten mit Bienenwachstüchern verpackt werden.</li> <li>- Feststellen, ob die gewählten Lebensmittel für den Kontakt mit Bienenwachstüchern geeignet sind oder nicht.</li> </ul>

**Frage Nr. 5: Welche Eigenschaften sehen Sie als besonders vorteilhaft bei Bienenwachstüchern? – Mehrfachauswahl und offene Texteingabe (nicht optional)**

**Tabelle 8:** Frage Nr. 10 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dass sie umweltbewusster sind als herkömmliche Verpackungsmöglichkeiten (wie z.B. Alu-, oder Frischhaltefolie).</li> <li>- Dass sie langlebig sind (bis zu 1 Jahr).</li> <li>- Ihr schönes buntes Aussehen (Muster, Bilder, ...).</li> <li>- Ihre einfache Handlichkeit/Benutzung.</li> <li>- Die einfache Reinigung.</li> <li>- Sonstiges... (offene Texteingabe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, welche Vorteile von Bienenwachstüchern unter den Teilnehmern besonders häufig oder weniger häufig gewählt wurden, die von Herstellern beworben werden.</li> </ul>

**Frage Nr. 6: Bienenwachstücher geraten in letzter Zeit vermehrt in die Kritik. Wissen sie über diese Kritiken Bescheid bzw. haben Sie schonmal etwas darüber gehört oder gelesen? – Auswahl (nicht optional)**

**Tabelle 9:** Frage Nr. 11 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> <li>- Nein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer die Kritiken zu Bienenwachstüchern kennen oder nicht.</li> </ul>

**Frage Nr. 8: Neben den krebserzeugenden Mineralölbestandteilen, die in Bienenwachstüchern vorkommen können, konnten Insektizide gefunden werden, welche die Bienen beim Nektarsammeln aufnehmen können. Ein Insektizid ist ein Pflanzenschutzmittel, welche unter anderem gegen Milben und andere Insekten eingesetzt werden. Glauben Sie, dass diese Insektizide eine negative Auswirkung auf die Menschliche Gesundheit haben können? – Mehrfachauswahl (nicht optional)**

**Tabelle 10:** Frage Nr. 13 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, ich denke schon.</li> <li>- Nein, ich denke nicht.</li> <li>- Ich weiß es nicht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer die gesundheitliche Auswirkung von Insektiziden (im Zusammenhang mit den Bienenwachstüchern) auf den Menschen abschätzen können.</li> </ul>

**Frage Nr. 9: Kennen sie Jojobaöl? – Auswahl (nicht optional)**

**Tabelle 11:** Frage Nr. 14 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> <li>- Nein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer Jojobaöl kennen, welches in der Zusammensetzung eines Bienenwachstuches vorkommen kann.</li> </ul>

**Frage Nr. 10: Jojobaöl ist ein flüssiges Wachs, welches unter anderem als Kosmetikmittel für die Körperpflege verwendet wird. Unter anderem kommt Jojobaöl in Bienenwachstüchern angewendet, um diese geschmeidig und feucht zu halten. Glauben Sie, dass das in Bienenwachstüchern enthaltene Jojobaöl durch den Kontakt auf Lebensmittel übergehen kann? – Auswahl (nicht optional)**

**Tabelle 12:** Frage Nr. 15 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> <li>- Nein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer einen Übergang von Jojobaöl aus einem Bienenwachstuch auf ein Lebensmittel bedenken.</li> </ul>

**Frage Nr. 11: Laut BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), weist Jojobaöl in Tierversuchen toxische Wirkungen in Darmzellen auf. Was würden sie aufgrund dieses Wissens mit den Bienenwachstüchern machen? – Mehrfachauswahl (nicht optional)**

**Tabelle 13:** Frage Nr. 16 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenn ich die Bienenwachstücher benutzen würde, würde ich damit aufhören und auf Alternativen wechseln.</li> <li>- Ich würde mir wünschen, dass kein Jojobaöl mehr in Bienenwachstüchern verwendet wird.</li> <li>- Ich würde mir mehr Information wünschen, unter anderem über die toxischen Auswirkungen im Menschen.</li> <li>- Ich werde Bienenwachstücher weiter nutzen jedoch darauf achten, dass kein Jojobaöl enthalten ist.</li> <li>- Ich würde die Bienenwachstücher wie gewohnt weiter nutzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer die Bienenwachstücher aufgrund der genannten Problematik bzw. Kritik des Jojobaöls weiter benutzen würden oder nicht.</li> </ul>

**Frage Nr. 12: Bienenwachstücher müssen nach Benutzung gereinigt werden, jedoch darf bei der Reinigung keine hohe Temperatur benutzt werden, da sich die Beschichtung sonst lösen kann. Was glauben Sie ist ein Folgeproblem, welches sich daraus ergeben kann? -**

**Mehrfachauswahl (nicht optional)**

**Tabelle 14:** Frage Nr. 17 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Geschmeidigkeit der Bienenwachstücher geht verloren.</li> <li>- Die Bienenwachstücher können nicht hygienisch gereinigt werden, weshalb sich vermehrt Keime auf Lebensmitteln bilden können.</li> <li>- Es bildet sich ein unangenehmer Geruch an den Bienenwachstüchern.</li> <li>- Es bildet sich ein unangenehmer Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer eine Vorstellung von einem Folgeproblem haben und somit eine Problematik der Bienenwachstücher selbst abschätzen können.</li> </ul>

**Frage Nr. 13: Da die Reinigung der Tücher nicht bei hohen Temperaturen stattfinden kann, besteht die Möglichkeit, dass sich vermehrt Keime auf den Bienenwachstüchern und den Lebensmitteln vermehren. Glauben sie das alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern eingewickelt können? – Mehrfachauswahl (nicht optional)**

**Tabelle 15:** Frage Nr. 18 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, es können alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern eingewickelt werden.</li> <li>- Nein es dürfen keine fettigen Speisen wie Käse, Gebäck und rohes Fleisch mit den Bienenwachstüchern eingewickelt werden.</li> <li>- Es dürfen keine Süßigkeiten mit Bienenwachstüchern in Kontakt kommen, da diese sich sonst mit dem Bienenwachs verkleben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer aufgrund der erwähnten Problematik alle Lebensmittel mit Bienenwachstücher in Kontakt bringen würden oder bestimmte Lebensmittel ausschließen würden.</li> </ul>

**Frage Nr. 15: Würden Sie in Zukunft Bienenwachstücher weiter benutzen wollen? – Mehrfachauswahl und offene Texteingabe (nicht optional)**

**Tabelle 16:** Frage Nr. 20 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, Bienenwachstücher scheinen nicht gefährlich zu sein, und ich würde sie verwenden.</li> <li>- Ich würde die Bienenwachstücher verwenden wollen, jedoch nur wenn die Nachteile/Probleme minimiert oder beseitigt werden.</li> <li>- Ich würde Bienenwachstücher nicht benutzen wollen aufgrund der Nachteile/Probleme.</li> <li>- Sonstiges: (offene Texteingabe möglich)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feststellen, ob die Teilnehmer aufgrund der genannten Problematiken die Bienenwachstücher weiter benutzen würden.</li> </ul>

**Rubrik 4: Endfrage (Abschließende Frage)**

Die letzte Rubrik beinhaltet eine abschließende Frage, welche die Umfrage beenden soll. Durch die abschließende Frage soll zudem festgehalten werden, ob die Teilnehmer die Fragen verstehen konnten oder nicht.

**Frage Nr. 1: Der Fragebogen endet nun mit dieser letzten Frage. Wie fanden sie die Abfrage? - Auswahl (nicht optional)**

**Tabelle 17:** Frage Nr. 21 der gesamten Umfrage

<u>Antworten</u>	<u>Intension</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Fragen waren einfach zu verstehen und zu beantworten.</li> <li>- Einige Fragen waren etwas komplexer, jedoch beantwortbar.</li> <li>- Ich konnte die Fragen überhaupt nicht verstehen und nur schwer eine Antwort geben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beendung der Umfrage</li> <li>- Feststellen, ob die Fragen für die Teilnehmer verständlich waren oder nicht.</li> </ul>

Die Erstellung des Onlinefragebogens sowie die Erhebung der Umfrage erfolgte mit dem Onlinebefragungs-Tool SoSci Survey (Server: soscisurvey.de mit der Programm-Version 3.4.03). Die Ergebnisse der Umfrage wurden mithilfe von Excel ausgewertet und in Form von Tabellen wiedergegeben. Diese Excel Datei ist in der digitalen Ablage enthalten.

## 4.2. Ergebnisse und Auswertung der Umfrage

Die Online-Umfrage erzielte insgesamt 1559 Aufrufe. Die Online-Umfrage wurde von 1041 Teilnehmern vollständig ausgefüllt und beendet. Im folgenden Kapitel erfolgt die Wiedergabe der wichtigsten Ergebnisse so wie die Auswertung dieser. Es gilt hierbei zu beachten, dass insgesamt 4 Fragen nicht in die Auswertung mit einbezogen werden. Die Eröffnungsfrage wird, wie bereits in erwähnt, aus der Auswertung ebenfalls ausgeschlossen. Die Erklärungen hierfür werden in Kapitel 4.4 *Methodendiskussion der Umfrage* wiedergegeben. Die Ergebnisse sind in Tabellenform wiedergegeben (siehe Tabelle 18 bis Tabelle 33).

Die Prozentangaben sind jeweils auf die entsprechende Teilnehmeranzahl (1041) berechnet. Bei Fragen mit einer Mehrfachauswahl summieren sich die prozentualen Werte somit nicht auf 100 %.

### Soziodemografie:

Die Umfrage startete mit der Rubrik Soziodemografie, deren Ergebnisse und Auswertung im Folgenden wiedergegeben sind.

#### **Frage Nr. 1: Welches Geschlecht haben Sie? - Auswahl**

Durch Beantwortung der Frage ist hervorgekommen, dass häufiger weibliche Teilnehmer (62,25 %) an der Umfrage teilgenommen haben als männliche (35,73 %) oder diverse (1,73 %) (siehe Tabelle 18).

**Tabelle 18:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 1

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
männlich	372	35,73 %
weiblich	648	62,25 %
divers	18	1,73 %
nicht beantwortet	3	0,29 %

#### **Frage Nr. 2: Wie alt sind Sie? - Auswahl**

Bei den meisten Teilnehmern (61,96 %) der Umfrage handelte es sich um junge Erwachsene im Alter zwischen 22 und 30 Jahren. Neben diesen waren 21,81 % der Teilnehmer zwischen 17 und 21 Jahren (siehe Tabelle 19).

**Tabelle 19:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 2

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
17 - 21	227	21,81 %
22 - 30	645	61,96 %
30 - 40	135	12,97 %
über 40	31	2,98 %
nicht beantwortet	3	0,29 %

### **Hauptteil zum Thema Bienenwachstücher:**

Der Hauptteil der Umfrage mit der Rubrik Bienenwachstücher hat zu folgenden Ergebnissen und zur folgenden Auswertung geführt:

#### **Frage Nr. 1: Kennen Sie Bienenwachstücher? - Auswahl**

Aus den Ergebnissen der Frage geht hervor, dass die Mehrheit (77,62 %) der Umfrageteilnehmer Bienenwachstücher kennt. Laut Angaben kennen 22,38 % der Umfrageteilnehmer Bienenwachstücher nicht (siehe Tabelle 20).

**Tabelle 20:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 6

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja	808	77,62 %
Nein	233	22,38 %

#### **Frage Nr. 2: Haben Sie Bienenwachstücher schonmal benutzt? - Auswahl**

Laut Umfrage gibt die Mehrheit (53,70 %) der Teilnehmer an, Bienenwachstücher noch nie benutzt zu haben. Laut Umfrage gaben 46,30 % der Teilnehmer an, Bienenwachstücher schonmal benutzt zu haben und sind somit mit Bienenwachstüchern schonmal in Kontakt gekommen. Die Differenz beider Ergebnisse beträgt 7,40 % und zeigt somit auf, dass beide Ergebnisse recht nahe beieinander liegen, sodass fast die Hälfte der Teilnehmer Bienenwachstücher schonmal benutzt haben (siehe Tabelle 21).

**Tabelle 21:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 7

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja	482	46,30 %
Nein	559	53,70 %

#### **Frage Nr. 3: Wofür benutzen Sie die Bienenwachstücher? – Mehrfachauswahl und offene Texteingabe**

Von den 1041 Teilnehmern gaben 55,24 % (Mehrheit) an, Bienenwachstücher nicht zu benutzen. Aus Frage Nr. 2 ist herausgekommen, dass ca. 54 % der Befragten keine Bienenwachstücher benutzt haben, was sich ebenfalls mit den Ergebnissen dieser Frage deckt. Der Großteil der Ergebnisse zeigt, dass die Teilnehmer die Bienenwachstücher zumeist zum Einwickeln bzw. Einpacken von Lebensmitteln anstatt der üblichen

**Tabelle 22:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 8

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Zum Einwickeln bzw. einpacken von Lebensmitteln anstatt der üblichen Frischhalte-, und Alufolien.	362	34,77 %
Zum Abdecken von Schalen, Tellern, etc. mit darin enthaltenen Lebensmitteln.	374	35,93 %
Als Lebensmittelverpackung für unterwegs (Anstatt einer Brotdose).	146	14,02 %
Sonstiges... (offene Texteingabe)	17	1,63 %
Ich benutze keine Bienenwachstücher.	575	55,24 %

Frischhalte- und Alufolien (34,77 %) und zum Abdecken von Schalen, Tellern, etc. mit darin enthaltenen Lebensmitteln benutzen (35,93 %).

Seltener wurde von den Teilnehmern angegeben, dass dieses Bienenwachstücher als Lebensmittelverpackung für unterwegs (anstatt einer Brotdose) benutzten (14,02 %). Die offenen Texteingaben ergaben keine inhaltlich bedeutenden Erkenntnisse (siehe Tabelle 21).

**Frage Nr. 4: Welche Lebensmittel verpacken Sie mit den Bienenwachstüchern? - Mehrfachauswahl**

Der Großteil der Ergebnisse zeigt auf, dass die Mehrheit der Teilnehmer frisches Gemüse und Obst (56,39 %), sowie auch Brot (50,72 %) mit Bienenwachstüchern verpackt. Die wenigsten Teilnehmer (11,34 %) gaben an, frisches Fleisch und Fisch mit den Bienenwachstüchern zu verpacken. Aus den Ergebnissen kann man herleiten, dass die Mehrheit der Teilnehmer geeignete Lebensmittel wie frisches Obst und

**Tabelle 23:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 9

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Gemüse und Obst (frisch)	587	56,39 %
Frisches Fleisch und Fisch	118	11,34 %
Brot	528	50,72 %
Fettige Lebensmittel (Kuchen, Wurst, Frittiertes, ...)	227	21,81 %
Milcherzeugnisse (Käse)	352	33,81 %
Keine	165	15,85 %

Gemüse mit Bienenwachstüchern in Kontakt bringen. In der Umfrage gaben 21,81 % der Teilnehmer an, fettige Lebensmittel wie beispielsweise Kuchen oder Wurst, sowie Milcherzeugnisse (33, 81 %) wie beispielsweise Käse mit den Bienenwachstüchern zu verpacken (siehe Tabelle 23). Diese Lebensmittel gelten als ungeeignet zum Verpacken mit Bienenwachstüchern (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher*).

**Frage Nr. 5: Welche Eigenschaften sehen Sie als besonders vorteilhaft bei Bienenwachstüchern? – Mehrfachauswahl und offene Texteingabe**

Die Mehrheit der Teilnehmer (85,40 %) sieht die umweltbewusste Eigenschaft der Bienenwachstücher als besonders vorteilhaft. Zudem hat ein Großteil der Teilnehmer (58,41 %) die Langlebigkeit von Bienenwachstüchern als vorteilhaft befunden. Das Aussehen (22,57 %), die einfache Handlichkeit (24,98 %) sowie die einfache Reinigung (25,55 %) wurde von den Teilnehmern weniger oft ausgewählt. Unter der offenen Texteingabe (sonstiges) haben 8,65 % der Teilnehmer weitere Eigenschaften genannt.

**Tabelle 24:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 10

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Dass sie umweltbewusster sind als herkömmliche Verpackungsmöglichkeiten (wie z.B. Alu-, oder Frischhaltefolie).	889	85,40 %
Dass sie langlebig sind (bis zu 1 Jahr).	608	58,41 %
Ihr schönes buntes Aussehen (Muster, Bilder, ...).	235	22,57 %
Ihre einfache Handlichkeit/Benutzung.	260	24,98 %
Die einfache Reinigung.	266	25,55 %
Sonstiges... (offene Texteingabe)	90	8,65 %

Zudem wurden sensorische Eigenschaften von Teilnehmern genannt, wie beispielsweise der Geruch bzw. Duft der Bienenwachstücher, welcher als vorteilhaft empfunden wird (siehe Tabelle 24).

**Frage Nr. 6: Bienenwachstücher geraten in letzter Zeit vermehrt in die Kritik. Wissen sie über diese Kritiken Bescheid bzw. haben Sie schonmal etwas darüber gehört oder gelesen? – Auswahl**

Aus den Ergebnissen dieser Frage kann man schließen, dass die Mehrheit der Teilnehmer (93,47 %) laut eigener Angaben die Kritiken zu Bienenwachstüchern nicht kennen. An den Ergebnissen kann man erkennen, dass lediglich 6,53 % der Teilnehmer angegeben haben, die Kritiken zu kennen bzw. von denen schon mal etwas gehört zu haben (siehe Tabelle 25).

**Tabelle 25:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 11

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja	68	6,53 %
Nein	973	93,47 %

**Frage Nr. 8: Neben den krebserzeugenden Mineralölbestandteilen, die in Bienenwachstüchern vorkommen können, konnten Insektizide gefunden werden, welche die Bienen beim Nektarsammeln aufnehmen können. Ein Insektizid ist ein Pflanzenschutzmittel, welche unter anderem gegen Milben und andere Insekten eingesetzt werden. Glauben Sie, dass diese Insektizide eine negative Auswirkung auf die Menschliche Gesundheit haben können? – Mehrfachauswahl**

Der Großteil der Teilnehmer (91,83 %) hat die Vermutung angegeben, dass Insektizide, welche in Bienenwachstüchern vorkommen können (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*), keine Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Gleichzeitig haben 69,45 % der Teilnehmer angegeben, dass sie es nicht wissen bzw. keine Vermutung aufstellen können. Die Tendenz der Teilnehmer beruht somit auf diesen beiden Antworten, die aufgrund der Mehrfachauswahl mehrere Antwortoptionen wählen konnten. Von den Teilnehmern haben 36,70 % die angegeben, dass sie eine negative Auswirkung, durch die Insektizide in Bienenwachstüchern, beim Menschen zu vermuten (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern* und Tabelle 26).

**Tabelle 26:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 13

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja, ich denke schon.	382	36,70 %
Nein, ich denke nicht.	956	91,83 %
Ich weiß es nicht.	723	69,45 %

### Frage Nr. 9: Kennen sie Jojobaöl? – Auswahl

Die Mehrheit der Teilnehmer (61,10 %) gab in der Umfrage an, Jojobaöl zu kennen, welches auch ein Bestandteil von Bienenwachstüchern sein kann (siehe *Kapitel 2.2*

*Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe*). Weitere 38,90 % der Teilnehmer gaben an, Jojobaöl nicht zu kennen (siehe Tabelle 27).

**Tabelle 27:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 14

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja	636	61,10 %
Nein	405	38,90 %

### Frage Nr. 10: Jojobaöl ist ein flüssiges Wachs, welches unter anderem als Kosmetikum für die Körperpflege verwendet wird. Unter anderem kommt Jojobaöl in Bienenwachstüchern angewendet, um diese geschmeidig und feucht zu halten. Glauben Sie, dass das in Bienenwachstüchern enthaltene Jojobaöl durch den Kontakt auf Lebensmittel übergehen kann? – Auswahl

Der Großteil der Teilnehmer (82,80 %) hat angegeben, den Übergang von Jojobaöl aus Bienenwachstüchern auf Lebensmittel (durch den direkten Kontakt) zu vermuten. Die Minderheit von 17,20 % vermutete diesen Übergang nicht.

Somit kann man wiedergeben, dass der Großteil der Teilnehmer

den Übergang von Jojobaöl aus Bienenwachstüchern auf Lebensmittel vermutet, was den Angaben des BfRs widerspiegelt, der ebenfalls den Übergang für wahrscheinlich hält (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern* und Tabelle 28).

**Tabelle 28:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 15

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja	862	82,80 %
Nein	179	17,20 %

### Frage Nr. 11: Laut BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), weist Jojobaöl in Tierversuchen toxische Wirkungen in Darmzellen auf. Was würden sie aufgrund dieses Wissens mit den Bienenwachstüchern machen? – Mehrfachauswahl

Ein Großteil der Teilnehmer (68,78 %) hat angegeben, dass diese sich mehr Information wünschen im Hinblick auf die toxischen Wirkungen von Jojobaöl im Menschen. Des Weiteren gaben 56,58 % der Teilnehmer an, dass sie sich kein Jojobaöl in Bienenwachstüchern wünschen würden. Somit geben sie wieder, dass sie auf Jojobaöl in Bienenwachstüchern verzichten würden. Zudem wurde von 33,33 % der Teilnehmer angegeben, dass diese Bienenwachstücher weiter nutzen würden, diese würden jedoch darauf achten, dass die Wachstücher kein Jojobaöl in der Zusammensetzung enthalten. Die Teilnehmer zeigen durch die mehrheitliche Auswahl der Antworten auf, dass die Thematik zum Jojobaöl in Bienenwachstüchern nicht gänzlich irrelevant ist, da die Teilnehmer sich (laut Umfrage) mehr Information zu den toxischen Auswirkungen von Jojobaöl im Menschen wünschen. Zudem gaben die Teilnehmer oft an, dass sie auf den Einsatz von Jojobaöl im Bienenwachs verzichten würden, beispielsweise durch den Wunsch, dass kein Jojobaöl mehr in den Tüchern eingesetzt wird oder, dass die Teilnehmer selbst darauf achten, dass die Bienenwachstücher kein Jojobaöl enthalten (beispielsweise beim Kauf von Bienenwachstüchern).

In den Ergebnissen kann man auch erkennen, dass 26,99 % der Teilnehmer auf die Benutzung von Bienenwachstüchern verzichten würden und stattdessen zu Verpackungsalternativen wechseln würden. Von den Teilnehmern gaben 10,47 % an, die Bienenwachstücher wie gewohnt weiter nutzen zu wollen (siehe Tabelle 29).

**Tabelle 29:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 16

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Wenn ich die Bienenwachstücher benutzen würde, würde ich damit aufhören und auf Alternativen wechseln.	281	26,99%
Ich würde mir wünschen, dass kein Jojobaöl mehr in Bienenwachstüchern verwendet wird.	589	56,58%
Ich würde mir mehr Information wünschen, unter anderem über die toxischen Auswirkungen im Menschen.	716	68,78 %
Ich werde Bienenwachstücher weiter nutzen jedoch darauf achten, dass kein Jojobaöl enthalten ist.	347	33,33 %
Ich würde die Bienenwachstücher wie gewohnt weiter nutzen.	109	10,47 %

**Frage Nr. 12: Bienenwachstücher müssen nach Benutzung gereinigt werden, jedoch darf bei der Reinigung keine hohe Temperatur benutzt werden, da sich die Beschichtung sonst lösen kann. Was glauben Sie ist ein Folgeproblem, welches sich daraus ergeben kann? -**

**Mehrfachauswahl**

Die am häufigsten gewählte Antwort der Teilnehmer mit 86,26 % ist die, dass Bienenwachstücher aufgrund der Reinigung mit kaltem Wasser nicht hygienisch gereinigt werden können, weshalb sich vermehrt Keime auf Lebensmitteln bilden können. Des Weiteren gaben 44,28 % der Teilnehmer die Vermutung an, dass sich ein unangenehmer Geruch auf den Bienenwachstüchern bildet und 39,10 % der Teilnehmer vermuten, dass sich ein unangenehmer Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln bilden kann.

Die Vermutung, dass die Geschmeidigkeit der Tücher durch die Reinigung verloren gehen kann, wurde von 36,02 % der Teilnehmer ausgewählt. Aus den Ergebnissen kann man feststellen, dass die Teilnehmer zu der Vermutung der Keimbildung tendiert haben, welches sie als Folgeproblem vermuten (siehe Tabelle 30).

**Tabelle 30:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 17

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Die Geschmeidigkeit der Bienenwachstücher geht verloren.	375	36,02 %
Die Bienenwachstücher können nicht hygienisch gereinigt werden, weshalb sich vermehrt Keime auf Lebensmitteln bilden können.	898	86,26 %
Es bildet sich ein unangenehmer Geruch an den Bienenwachstüchern.	461	44,28 %
Es bildet sich ein unangenehmer Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln.	407	39,10 %

**Frage Nr. 13: Da die Reinigung der Tücher nicht bei hohen Temperaturen stattfinden kann, besteht die Möglichkeit, dass sich vermehrt Keime auf den Bienenwachstüchern und den Lebensmitteln vermehren. Glauben sie das alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern eingewickelt können? – Mehrfachauswahl**

Die Mehrheit der Teilnehmer (80,60 %) gab die Vermutung an, dass nicht alle Speisen und Lebensmittel in den Kontakt mit den Bienenwachstüchern kommen dürfen. Die Mehrheit der Teilnehmer würde somit die Vermutung haben, dass bestimmte Lebensmittel wie Gebäck und rohes Fleisch für den Kontakt mit Bienenwachstüchern ausgeschlossen werden bzw. vermieden werden sollten. Des Weiteren gaben 24,11 % der

**Tabelle 31:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 18

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja, es können alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern eingewickelt werden.	148	14,22 %
Nein es dürfen keine fettigen Speisen wie Käse, Gebäck und rohes Fleisch mit den Bienenwachstüchern eingewickelt werden.	839	80,60 %
Es dürfen keine Süßigkeiten mit Bienenwachstüchern in Kontakt kommen, da diese sich sonst mit dem Bienenwachs verkleben.	251	24,11 %

Teilnehmer die Vermutung an, dass keine Süßigkeiten mit Bienenwachstüchern in Kontakt kommen dürfen. Am wenigsten wurde durch die Teilnehmer (14,22 %) vermutet, dass alle Lebensmittel in Kontakt mit Bienenwachstüchern gebracht werden dürfen. Aus den Ergebnissen kann man somit schließen, dass die meisten Teilnehmer für Bienenwachstücher ungeeignete Lebensmittel nicht benutzen würden (siehe Tabelle 31).

**Frage Nr. 15: Würden Sie in Zukunft Bienenwachstücher weiter benutzen wollen? – Mehrfachauswahl und offene Texteingabe**

Die meisten Teilnehmer (57,06 %) gaben an, dass diese Bienenwachstüchern verwenden würden, sofern die Problematiken minimiert oder beseitigt werden. Neben diesen gaben 23,63 % der Teilnehmer an, Bienenwachstücher aufgrund der Problematiken nicht nutzen zu wollen. Von den 1041 Teilnehmern gaben 14,51 % an, dass diese die Bienenwachstücher als ungefährlich einstufen und sie weiterverwenden würden.

**Tabelle 32:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 20

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Ja, Bienenwachstücher scheinen nicht gefährlich zu sein, und ich würde sie verwenden.	151	14,51 %
Ich würde die Bienenwachstücher verwenden wollen, jedoch nur wenn die Nachteile/Probleme minimiert oder beseitigt werden.	594	57,06 %
Ich würde Bienenwachstücher nicht benutzen wollen aufgrund der Nachteile/Probleme.	246	23,63 %
Sonstiges: (offene Texteingabe möglich)	169	16,23 %

In der offenen Texteingabe gaben 16,23 % der Teilnehmer individuelle Antworten. Beispielsweise wurde von einigen Teilnehmern angegeben, dass diese keine Bienenwachstücher benutzen. Andere Teilnehmer gaben an, Bienenwachstücher selbst herzustellen, wodurch sie besser regulieren können, was in ihren selbstgemachten Bienenwachstüchern verwendet wird. Wiederum andere würden auf vegane Verpackungsalternativen wechseln (siehe Tabelle 32).

**Endfrage:**

Die abschließende Frage hat in der Beurteilung der Fragen zu folgenden Ergebnissen geführt:

**Frage Nr. 1: Der Fragebogen endet nun mit dieser letzten Frage. Wie fanden sie die Abfrage? - Auswahl**

Die Ergebnisse zeigen auf, dass die Fragen der Umfrage von der Mehrheit der Teilnehmer verstanden wurde und einfach beantwortet werden konnten. Für 28,72 % der Teilnehmer waren die Fragen etwas komplexer zu verstehen, jedoch beantwortbar und für 3,65 % der Teilnehmer waren die Fragen nicht verständlich und schwer beantwortbar.

**Tabelle 33:** Antworten der Umfrage, Frage Nr. 21

<u>Antworten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Prozent</u>
Die Fragen waren einfach zu verstehen und zu beantworten.	704	67,63 %
Einige Fragen waren etwas komplexer, jedoch beantwortbar.	299	28,72 %
Ich konnte die Fragen überhaupt nicht verstehen und nur schwer eine Antwort geben.	38	3,65 %

Die Umfrage war somit für die Mehrheit der Teilnehmer verständlich und beantwortbar (siehe Tabelle 33).

### 4.3. Erkenntnisse der Umfrage

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Erkenntnisse der Umfrage in einer Übersicht wiedergegeben.

#### **1. Zirka die Hälfte der Teilnehmer hat Bienenwachstücher schonmal benutzt**

Die Mehrheit der Gesamtteilnehmer (77,62 %) kennt Bienenwachstücher. Von der Gesamtteilnehmerzahl hat ca. die Hälfte (46,30 %) Bienenwachstücher schonmal benutzt.

#### **2. Am häufigsten werden Bienenwachstücher zum Einwickeln und Abdecken verwendet**

Die Bienenwachstücher werden laut Angaben der Teilnehmer am häufigsten zum Einwickeln (34,77 %) und zum Abdecken (35,93 %) von Lebensmitteln benutzt.

#### **3. Die Mehrheit der Teilnehmer bringt geeignete Lebensmittel in Kontakt mit Bienenwachstüchern**

Laut den Angaben werden am häufigsten geeignete Lebensmittel wie frisches Gemüse und Obst (56,39 %) sowie Brot (50,72 %) mit den Bienenwachstüchern in den Kontakt gebracht. Einige Teilnehmer gaben an, ungeeignete Lebensmittel wie fettige Lebensmittel (21,81 %) oder rohe tierische Lebensmittel wie rohes Fleisch (11,34 %), mit Bienenwachstüchern in Kontakt zu bringen.

#### **4. Die meisten Teilnehmer finden die Nachhaltigkeit von Bienenwachstüchern vorteilhaft**

Die Eigenschaft der Nachhaltigkeit wird von den meisten Gesamtteilnehmern (85,40 %) als besonders vorteilhaft gesehen, gefolgt von der Langlebigkeit der Bienenwachstücher (58,41 %).

#### **5. 9 von 10 Teilnehmern kennen die Kritik zu Bienenwachstüchern nicht**

Die meisten Teilnehmer der Online-Umfrage kennen die Kritiken zu Bienenwachstüchern nicht, was mitunter die wichtigste Aussage der Umfrage ist, da es sich dabei um 93,47 % der Teilnehmer handelt, die dies angegeben haben.

#### **6. Die meisten Teilnehmer wünschen sich mehr Information zu Jojobaöl**

Aufgrund der Information zur toxischen Wirkung von Jojobaöl, würden die meisten Teilnehmer (68,78 %) sich mehr Information zu der toxischen Auswirkung von Jojobaöl auf den Menschen wünschen, gefolgt von dem Wunsch, dass Jojobaöl nicht mehr in Bienenwachstücher verwendet werden sollte (56,58 %).

#### **7. Die Mehrheit der Teilnehmer vermuten eine verstärkte Keimbildung an Lebensmitteln durch die Bienenwachstücher**

Die meisten Teilnehmer (86,26 %) vermuten aufgrund der Reinigung von Bienenwachstüchern mit niedrigen Temperaturen eine vermehrte Keimansammlung an Lebensmitteln.

#### **8. Die meisten Teilnehmer vermuten, dass nicht alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern in Kontakt gebracht dürfen**

Die meisten Teilnehmer (80,60 %) gaben die Vermutung an, dass bestimmte Lebensmittel wie fettige Speisen (Gebäck) oder rohes tierisches Fleisch richtigerweise nicht mit Bienenwachstüchern in Kontakt gebracht werden dürfen.

#### **9. Mehr als die Hälfte der Gesamtteilnehmer gab an, sich eine Minimierung der Problematiken zu wünschen**

Die meisten Teilnehmer (57,06 %) würden Bienenwachstücher weiterverwenden wollen, sofern die Kritiken bzw. Probleme der Bienenwachstücher minimiert oder beseitigt werden.

### **4.4. Methodendiskussion der Umfrage**

#### **Kleine Zielgruppe:**

Die Online-Umfrage wurde an einer definierten Zielgruppe von Studierenden und Mitarbeitern der HAW Hamburg durchgeführt. Die definierte Zielgruppe sowie die Einschränkung auf eine Hochschule sind keine Stellvertretung der allgemeinen Bevölkerung. Eine deutschlandweite Umfrage, welche an der allgemeinen Bevölkerung ab 18 Jahren durchgeführt worden wäre, würde zu einem repräsentativeren Ergebnis führen.

#### **Formulierung der Fragen:**

Die Fragen könnten noch einfacher formuliert werden, da 28,72 % der Teilnehmer die Fragen etwas komplex fanden, dennoch auf die Fragen antworten konnten. Eventuell müssten die wenig verwendeten Fachbegriffe weggelassen werden und/oder die Fragen einfacher und kürzer formuliert werden.

In der Auswertung der Umfrage ist aufgefallen, dass häufig Fragen gestellt wurden, die den Teilnehmern ermöglichen sollten, aus eigenem Wissen eine Schlussfolgerung zu ziehen. Somit sind die Antworten möglicherweise fehlerbehaftet. Die Fragen wurden so gestellt, um herauszufinden, ob die Teilnehmer die Gefahren bzw. Folgeprobleme selbst erkennen oder abschätzen können. Neben diesen Fragen wären auch mehr gezielte Fragen an die Teilnehmer vom Vorteil gewesen. Beispielsweise könnte man durch eine gezielte Frage zur Reinigung herausfinden, wie die Teilnehmer Bienenwachstücher reinigen.

Durch die Antworten könnte man widerspiegeln, ob die Bienenwachstücher z. B. nach den Herstellerangaben (Kaltwasser) gereinigt werden oder nicht (Heißwasser). Das Nutzungsverhalten könnte somit genauer ermittelt werden. Eine Beispielfrage hierfür wäre wie folgt:

- „Wie reinigen/reinigten Sie Bienenwachstücher, sofern sie welche benutzten oder schonmal benutzt haben?“

In der Umfrage ist aufgefallen, dass einige Fragen und Antwortoptionen zu lang waren. Sie hätten möglicherweise kürzer formuliert werden können und somit den Teilnehmern die Lesezeit verkürzt. Zudem wären die Fragen und Antworten verständlicher gewesen.

Da nicht alle Teilnehmer Bienenwachstücher kennen oder benutzen, wäre es besser gewesen, dass diese in der Umfrage auf für sie beantwortbare Fragen übergeleitet worden wären oder die Umfrage hätten beenden können. Dies wurde in der Umfrage nicht berücksichtigt, wodurch die Teilnehmer auf alle Fragen beantworten mussten, auch wenn sie Bienenwachstücher nicht kennen oder diese noch nie benutzt haben. Deutlich wurde die durch die Ergebnisse der Frage Nr. 3 und Nr. 4 des Hauptteils, wo gefragt wurde, ob die Teilnehmer Bienenwachstücher schonmal benutzt haben und für welche Lebensmittel die Teilnehmer diese nutzen. In der Frage Nr. 3 wurde von 55,24 % der Teilnehmer angegeben, dass diese keine Bienenwachstücher nutzten bzw. nie benutzt haben. Dem hingegen gaben in der Frage Nr. 4 nur 15,85 % an, keine Lebensmittel in Bienenwachstücher einzuwickeln. Diese prozentualen Ergebnisse unterscheiden sich weit voneinander, was vielleicht dem verschuldet ist, dass Nicht-Benutzer alle Fragen beantworten mussten, was möglicherweise die Ergebnisse bzw. Antworten dieser und vielleicht weiterer Fragen verzerrt hat.

#### **Falsche Fragestellungen:**

Die Frage Nr. 7 des Hauptteils der Umfrage (Rubrik: Bienenwachstücher) ist inhaltlich womöglich falsch, weshalb diese sicherheitshalber aus der Auswertung ausgeschlossen wird. Erst nachdem die Umfrage abgeschlossen war, ist dieser mögliche Fehler aufgefallen. Die Teilnehmer wurden in der Frage gefragt, ob diese die Problematik von MOSH und MOAH kennen, die in den bunt bedruckten Textilien von Bienenwachstüchern vorkommen können:

- "Ein Nachteil ist das mögliche Vorkommen von Mineralölbestandteilen (MOSH/MOAH) in den bunt bedruckten Textilien, die für die Produktion von Bienenwachstüchern verwendet werden. Kennen Sie die Problematik mit MOSH/MOAH?“

Bei der Erstellung der Frage hat eine Verwechslung des Inhalts stattgefunden. Es wurde versehentlich angenommen, dass MOSH und MOAH in den Textilien eines Bienenwachstüches vorkommen können.

Grund hierfür war das Missverständnis einer Quelle des BfRs. Hierbei wurde angenommen, dass Mineralölbestandteile wie MOSH und MOAH in den Textilien vorkommen. Diese wurden aber mit dem Vorkommen von primären aromatischen Aminen in den Textilien eines Bienenwachstuches verwechselt. Der BfR weist in der Quelle sowohl auf primäre aromatische Amine als auch auf Mineralölbestandteile hin. Im Hinblick auf die Textilien, werden jedoch die paA vom BfR erwähnt (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2022, S. 1).

Die Ergebnisse der Frage werden aufgrund dessen, sicherheitshalber nicht die Auswertung mit einbezogen.

In der Frage Nr. 8 aus dem Hauptteil der Umfrage ist ein Fehler, welcher erst nach Beendigung der Umfrage aufgefallen war. In der Einleitung der Frage wird kurz wiedergegeben, dass neben krebserregenden Mineralölbestandteilen auch Insektizide vorkommen können:

- „Neben den krebserzeugenden Mineralölbestandteilen, die in Bienenwachstüchern vorkommen können, konnten Insektizide gefunden werden, welche die Bienen beim Nektar sammeln aufnehmen können. Ein Insektizid ist ein Pflanzenschutzmittel, welche unter anderem gegen Milben und andere Insekten eingesetzt werden. Glauben Sie, dass diese Insektizide eine negative Auswirkung auf die menschliche Gesundheit haben können?“

In der Einleitung der Frage liegt ein Fehler vor, dass Mineralölbestandteile wie beispielsweise MOSH sind möglicherweise krebserregend sind (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*). Das Wort „möglicherweise“ wurde hierbei im Satz vergessen.

#### **Irrelevante Fragen:**

Im Verlauf der Arbeit und nach Beendigung der Umfrage wurde erkannt, dass die Frage Nr. 14 des Hauptteils der Umfrage keine Relevanz für diese Arbeit hat. Die Frage ist, wie folgt aufgestellt:

- „Jeder kennt den Geruch von Wachs, insbesondere von Bienenwachs. Aber auch das zugesetzte Baumharz hat einen stärkeren Eigengeruch und Geschmack. Dieser Geruch und Geschmack des Wachses können auf die eingewickelten Lebensmittel übertragen werden. Was würden Sie aufgrund dieses Wissen machen?“

Im Laufe der Arbeit erwies sich, dass die sensorischen Merkmale von Bienenwachstüchern nicht auffällig sind, wie es sich in der Untersuchung des LGL ergeben hat. Das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit untersuchte im Jahr 2020 neben weiteren Untersuchungsparametern zudem die Beeinträchtigung von Geruch und Geschmack durch die Bienenwachstücher. Insgesamt wurden 16 Bienenwachstücher auf die Sensorik untersucht, dabei wurden keine Auffälligkeiten festgestellt (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), 2021, S. 142-143).

Die Fragestellung wäre interessant, sofern man die Sensorik der Bienenwachstücher in einer wissenschaftlichen Arbeit explizit untersuchen will. Diese Arbeit legt jedoch den Fokus auf den allgemeinen Wissensstand der Bevölkerung, auf die Kritikpunkte an Bienenwachstüchern sowie auf die Keimbildung. Dementsprechend wird die Frage Nr. 14 aus der Auswertung der Ergebnisse sowie aus der Analyse ausgeschlossen.

In der Rubrik Soziodemografie wurden die Teilnehmer nach ihrem Studierendenstatus sowie nach dem Studiengang gefragt (Frage Nr. 3 und Nr. 4). In der Auswertung wurde deutlich, dass die Fragen zum Beitrag des Themas in dieser Arbeit irrelevant sind. Die Umfrage erfolgte an einer Hochschule, weshalb es nicht notwendig ist, die Teilnehmer nach ihrem Studierendenstatus zu hinterfragen. Die Angabe der Studiengänge trägt inhaltlich nicht zum Thema bei und gibt keine relevante Information wieder.

Beide Fragen werden aus diesen Gründen aus der Auswertung ausgeschlossen.

#### **Aufbau von Antwortmöglichkeiten:**

Die offene Texteingabe erschwerte die Auswertung der Online-Umfrage. Die Teilnehmer konnte beispielsweise in der Rubrik Soziodemografie ihren Studiengang eintippen. Eine Auswertung wäre einfacher gewesen, würde man anstatt nach der Angabe des Studiengangs nach der Fakultät fragen. Dies könnte man durch eine vorgegebene Auswahlmöglichkeit vereinfachen. Zudem würden die Ergebnisse einfacher wiedergeben, ob die Teilnehmer aus unterschiedlichen Fakultäten kommen, sowie es auch in der Zielgruppe definiert worden war.

Die Frage Nr. 8 beinhaltet eine Mehrfachauswahl der Antworten. In der Auswertung der Ergebnisse wurde deutlich, dass sich zur Beantwortung dieser Frage eine Auswahloption einer Antwort besser eignet. Somit konnten die Teilnehmer mehrere Antworten angeben, was mit der Fragestellung nicht gedacht war.

Für die Frage Nr. 15 wäre die Auswahloption einer Antwort besser gewesen, da auch hier mit der Fragestellung nicht gedacht war, dass die Teilnehmer mehrere Antworten auswählen konnten. Es wurde hierbei gefragt, ob die Teilnehmer Bienenwachstücher aufgrund der erwähnten Kritikpunkte bzw. Problematiken, diese weiter nutzen würden:

- „Würden Sie in Zukunft Bienenwachstücher weiter benutzen wollen?“

Auf eine solche Fragestellung eignet sich eine Auswahloption einer Antwort besser, da diese ein klareres Ergebnis wiedergeben und die Antworten nicht verzerren.

## 5. Einführung der Laborversuche

Im folgenden Kapitel werden zwei mikrobiologische Laborversuche behandelnd vorgenommen, welche zur Keimzahlbestimmung ausgewählt wurden. Die Versuche erfolgen an Lebensmittelproben, welche in Bienenwachstücher und weitere Verpackungsmöglichkeiten eingepackt werden sollen, sowie an den Oberflächen der Wachstücher und Verpackungen. Dabei werden zwei benutzte Bienenwachstücher, welche unterschiedlich gereinigt worden sind, sowie ein neues und unbenutztes Bienenwachstuch für den Versuch herangezogen.

Eine berichtete Problematik der Bienenwachstücher ist die Anreicherung von Keimen bzw. eine mögliche Keimbelastung auf den verpackten Lebensmitteln sowie auf den Oberflächen der benutzten Verpackungen. Bienenwachstücher dürfen nicht mit heißem Wasser gereinigt werden. Grund hierfür ist das Beschichtungsmaterial, welches bei hohen Temperaturen schmilzt, wodurch keine hygienische Reinigung erfolgen kann. Dementsprechend ist eine Anreicherung und Übertragung von Keimen an Bienenwachstüchern möglich (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Um diese Keimbelastung an Bienenwachstüchern zu untersuchen, wurde ein Fallbeispiel ausgedacht:

Es wurde die Situation einer berufstätigen Person erdacht, die sich morgens ein selbst geschmiertes Brot bzw. Sandwich in einem Verpackungsmaterial eingepackt hat. Das eingepackte Brot wird dann in einer sauberen Brotdose mit zur Arbeit genommen, wo es aber nicht verzehrt wird, da die Person auswärts gegessen hat. Das Brot wird nach Hause gebracht, wo es auf den Küchentisch abgestellt wird. Da das Brot über den Tag nicht gegessen wurde, wird es über Nacht in den Kühlschrank gestellt, um am nächsten Tag verzehrt zu werden.

An diesem erdachten Fallbeispiel soll, anhand von zwei Laborversuchen, die Keimbelastung durch die eingesetzten Verpackungsmöglichkeiten anhand von gleichen Lebensmittelproben ermittelt werden, durch deren Ergebnisse man herausfinden kann, welche Lebensmittelprobe die geringsten und höchsten Keimgehalte aufweist. Aus diesen kann man ebenfalls feststellen, ob neue Bienenwachstücher zu einer höheren oder niedrigeren Keimbelastung der Lebensmittelprobe führen als die anderen eingesetzten Verpackungen. Zudem wird untersucht, ob benutzte Bienenwachstücher unterschiedlicher Reinigung zu ähnlichen oder abweichenden Keimgehalten führen. Die Reinigung unterscheidet sich hierbei nach kaltem Wasser, welches von Herstellern zu Reinigung empfohlen wird (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher*) und nach heißem Wasser, welches für eine hygienische Reinigung notwendig ist (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Interessant ist es herauszufinden, ob die Reinigung von benutzten Bienenwachstüchern mit kaltem Wasser ausreichend ist, oder ob hierbei eine höhere Keimbelastung hervorgeht.

Für beide Laborversuche kommen somit folgende Verpackungen zum Einsatz, welche auf die Keimbelastung von Lebensmittelproben sowie der Oberflächen der Verpackungen untersucht und untereinander verglichen werden sollen:

- ein neues Bienenwachstuch,
- zwei benutzte Bienenwachtücher, von denen eins mit kaltem Wasser und das andere mit heißem Wasser über die Benutzungsdauer gereinigt wurde,
- ein Stück Aluminiumfolie,
- ein Stück Frischhaltefolie,
- Saubere Brotdose aus Kunststoff.

Das Ziel beider Laborversuche ist es somit:

- Die Keimbelastung der Lebensmittelproben und der Oberflächen von Bienenwachstüchern zu untersuchen,
- zu untersuchen, ob Bienenwachstücher unterschiedlicher Benutzung und Reinigung unterschiedliche Keimzahlen aufweisen oder nicht,
- ermitteln, ob und wie stark sich die Keimbildung von Bienenwachstüchern zu den anderen untersuchten Verpackungsmöglichkeiten an den Lebensmittelproben und Oberflächen unterscheidet.

Aus den Ergebnissen wird anschließend herausgezogen, ob die unterschiedliche Reinigung der Bienenwachstücher einen Einfluss auf die Keimbildung hat, und welche Verpackungsmöglichkeit die geringste Keimbelastung aufweist.

Für beide Laborversuche wurden Anforderungen gestellt, die im Folgenden wiedergegeben sind.

#### **Anforderungen an die Laborversuche:**

- Gleiche Lebensmittelprobe (Gewicht und Inhalt) für alle Verpackungsproben,
- Zwei Bienenwachstücher werden eine Woche benutzt, aber unterschiedlich gereinigt,
- Die beiden Bienenwachstücher werden parallel stets für gleiche Lebensmittel benutzt,
- Ungekühlte Lagerung der Lebensmittelprobe: 12 Std. +/- 1 Std.,
- Gekühlte Lagerung der Lebensmittelprobe: 12 Std. +/- 1 Std.,
- Steriles Arbeiten im Labor.

Anhand von zwei verschiedenen Verfahren soll die Keimbelastung untersucht werden, die sich durch Bienenwachstücher und andere Lebensmittelverpackungen auf den ausgewählten Lebensmittelproben ergeben können. Beide Verfahren werden im Labor für Mikrobiologie an der Hochschule für angewandte Wissenschaft, an der Fakultät Life Sciences erfolgen.

Folgende Verfahren werden hierfür herangezogen:

**Tropfplattenverfahren:**

Für die erste mikrobiologische Untersuchung wird mithilfe von sechs gleichen Lebensmittelproben Verdünnungsreihen erstellt werden. Anschließend werden die Agarplatten mit den jeweiligen Verdünnungsstufen beimpft und ausgebrütet. Durch dieses Verfahren wird die Bestimmung der Gesamtkeimzahl aller aerob mesophiler Keime, der Keimzahl von Enterobakterien (lat. Enterobacteriaceae) und der Keimzahl an Hefen und Schimmelpilzen erfolgen.

**Abklatschverfahren:**

Die zweite mikrobiologische Untersuchung erfolgt mittels Abklatschproben. In dieser Untersuchung werden die Oberflächen der benutzten Verpackungen der Lebensmittelproben aus dem ersten Versuch (Tropfplattenverfahren) auf die Keimzahl untersucht.

Für die Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Laborversuche wurde eine Liste mit Definitionen für die wichtigsten Fachbegriffe kurz definiert und am Anfang dieser Arbeit wiedergegeben (siehe hierfür bei den *Begriffserklärungen*).

## 5.1. Versuchsvorbereitung der Laborversuche

Für beide Verfahren werden drei Bienenwachtücher eines Herstellers eingesetzt werden. Diese Bienenwachstücher unterscheiden sich in ihrer Benutzung und Reinigung. Zwei der Wachstücher werden vor dem Versuchstag bereits mehrmals benutzt werden. Diese unterscheiden sich in der Reinigung. Ein Bienenwachstuch wird nach jeder Benutzung nach den Angaben und Empfehlungen des Herstellers mit kaltem Wasser gereinigt, welches in Kapitel 2.4 *Anwendung der Bienenwachstücher* bereits behandelt wurde. Das andere Bienenwachstuch wurde entgegen den Herstellerempfehlungen mit heißem Wasser gereinigt.

Durch die beiden Verfahren wird festgehalten, ob die Keimzahlen der unterschiedlich gereinigten Bienenwachstücher sich unterscheiden. Aus den Ergebnissen könnte man schließen, welche Reinigung zu einer geringeren Keimanzahl betragen kann. Beim dritten Wachstum handelt es sich um ein neues, unbenutztes Bienenwachstuch. Auch hier soll untersucht werden, welcher Keimgehalt sich beim neuen Bienenwachstuch ergibt und ob sich dieser von den gereinigten Wachstüchern und anderen Verpackungsmöglichkeiten unterscheidet.

Vor dem Versuchstag wurden die zwei Bienenwachstücher insgesamt eine Woche als Verpackungsmaterial für unterschiedliche Lebensmittel genutzt. Die Bienenwachstücher wurden am Rand gekennzeichnet, damit beide Tücher nicht verwechselt werden. Jeden Tag wurden die Bienenwachstücher zum Einwickeln oder Abdecken von Lebensmitteln benutzt. Hierbei wurden nur die vom Hersteller und dem BfR empfohlenen Lebensmittel (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher*) eingewickelt.

Vorwiegend handelte es bei den Lebensmitteln um Rohkost (frisches Gemüse oder Obst wie angeschnittene Gurken-, Tomaten- oder Apfelscheiben) oder Brot. Die beiden Bienenwachstücher wurden zum Einwickeln und Abdecken von immer zwei gleichen bzw. Lebensmitteln genutzt. Lediglich die Reinigung beider Tücher unterschied sich.

Die Reinigung eines Bienenwachstuches erfolgte nach den Herstellerempfehlungen per Hand mit kaltem Wasser. Anschließend wurde das Bienenwachstuch sanft mit einem Küchentuch abgetupft und an der Luft getrocknet.

Das zweite Bienenwachstuch wurde entgegen den Herstellerempfehlungen nach jeder Benutzung per Hand mit heißem Wasser aus dem Wasserhahn, sowie mit der weichen Seite eines Küchenschwammes vorsichtig abgewaschen. Anschließend wurde das Wachstuch mit einem trockenen, sauberen Küchentuch abgetupft.

Vor dem Versuchstag wurden sechs gleiche Lebensmittelproben angefertigt. Bei den Lebensmittelproben handelt es sich um geschmierte Brote, mit einem Gewicht von jeweils ca. 50 g. Die Brote bestehen jeweils aus zwei Scheiben Weizenmischbrot, zwei gereinigte Gurkenscheiben, Brotaufstrich aus pasteurisiertem Rahm und Magermilchjoghurt, Scheibenkäse und Putenwurst. Die verwendeten Zutaten der Lebensmittelproben wurden alle vor Ablauf der Mindesthaltbarkeitsdaten (MHDs) für diesen Versuch verwendet.

Es wurden selbst geschmierte Brote für die Versuche verwendet, da diese für das Einpacken in Bienenwachstüchern geeignet sind. Die Zutaten wurden nach den Herstellerempfehlungen ausgesucht (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher*).

Die Lebensmittelproben wurden morgens in einer privaten Küche bei Zimmertemperatur vorbereitet. Die Proben wurden anschließend alle in eine saubere Brotdose gelegt und für ca. 12 Stunden auf einem Tisch bei Zimmertemperatur gelagert. Am Abend wurde die gefüllte Brotdose in den Kühlschrank gestellt und bei einer Temperatur von 6 °C für weitere 12 Stunden gelagert, ehe die Proben für die Versuchsabläufe ins Labor gebracht wurden.

Die Lebensmittelproben waren somit für insgesamt 24 Stunden +/- 1 Stunde in den Verpackungen eingewickelt und gelagert, ehe diese im Labor untersucht wurden. Das Zeitschema wurde so erwählt, um den Arbeitstag des Fallbeispiels zu simulieren.

Die Schnittgrößen der Verpackungen wurden nicht festgehalten. Es wurde darauf geachtet, dass die Lebensmittelproben vollständig mit den Verpackungen eingewickelt wurden.

## 5.2. Keimzahlbestimmung mittels Tropfplattenverfahren

Für die Laborversuche wird eine Verdünnungsreihe gemäß der Norm DIN EN ISO 6887-1 (Norm DIN EN ISO 6887-1, 2017) hergestellt. Der Gesamtkeimnachweis, sowie die Nachweise von Enterobakterien und Hefen und Schimmelpilzen erfolgen mittels Tropfplattenverfahren in Anlehnung an die Norm DIN 10164-2 (Norm DIN 10164-2, 2019). Mithilfe des Verfahrens werden die Gesamtkeimzahl und die Keimanzahl der Enterobakterien, sowie der Hefen und Schimmelpilzen bestimmt.

Für das Tropfplattenverfahren werden drei unterschiedliche Agarplatten eingesetzt. Für die quantitative Gesamtkeimzahlbestimmung (Koloniezahl) werden Plate-Count-Agarplatten (PCA) verwendet. Zudem werden eine quantitative Keimzahlbestimmung von Hefen und Schimmelpilzen durch das Nährmedium Sabouraud-Dextrose-Agar (SDA) herangezogen. Die quantitative Keimanzahlbestimmung der Enterobakterien erfolgt mithilfe des Nährmediums Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose (VRBG).

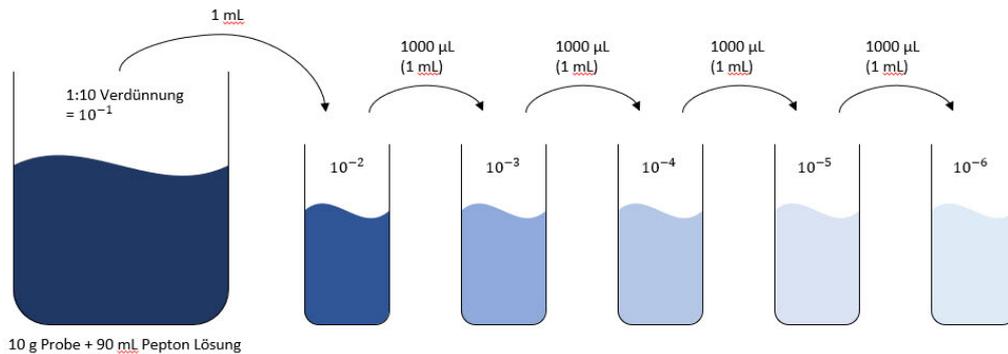
### 5.2.1. Versuchsdurchführung des Tropfplattenverfahrens

Vor der Herstellung einer Verdünnungsreihe wurden die Hände gewaschen, desinfiziert und getrocknet. Zusätzlich wurde ein sauberer Laborkittel im Labor getragen.

Die Lebensmittelproben wurden in der mitgebrachten Brotdose auf einen sauberen Arbeitsplatz im Labor abgestellt. Die Brotdose wurde geöffnet und die Verpackungen wurden samt Lebensmittelproben herausgenommen. Die jeweilige Verpackung wurde leicht geöffnet, sodass die Oberfläche der Lebensmittelprobe frei liegt. Mithilfe des Infrarot-Oberflächen-Thermometers wurde die Temperatur der Probe erfasst und notiert (siehe *Anhang*).

Mittels sterilen Bestecks wurden  $10 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$  der Lebensmittelprobe zerkleinert und in einen Stomacherbeutel eingewogen. Der Stomacherbeutel wurde hierfür in einem entsprechenden Stomacherständer gehalten. Für die Herstellung der Erstverdünnung wurden in den Stomacherbeutel 90 ml gepufferte Peptonlösung hinzugegeben. Der Beutel wurde in den Stomacher für 60 s gestellt, welcher nach dem Paddle-Prinzip arbeitet und den Inhalt des Beutels (Lebensmittelprobe und Peptonlösung) homogenisiert. Somit wurde eine 1:10 ( $10^{-1}$ ) Verdünnung hergestellt. Die vorbereiteten fünf Reagenzgläser, welche jeweils 9 ml Peptonlösung beinhalten, wurden beschriftet und in einem Reagenzglasständer aufgereiht. Mit einer Halmpipette wurden 1 ml der Erstverdünnung ( $10^{-1}$ ) entnommen und in das erste Reagenzglas mit 9 ml Peptonlösung hinzugegeben. Das Röhrchen wurde samt Inhalt mit dem Reagenzglasschüttlers (Vortexer) durchgeschüttelt, wodurch sich der Inhalt durchmischt hat. Somit wurde die  $10^{-2}$  Verdünnung hergestellt. Dieser Prozess wurde bis zur Herstellung der  $10^{-6}$  Verdünnung wiederholt. Mit einer Kolbenhubpipette wurden aus der hergestellten  $10^{-2}$  Verdünnung 1 ml entnommen und in das nächste Röhrchen mit 9 ml Peptonlösung gegeben, um eine  $10^{-3}$  Verdünnung herzustellen.

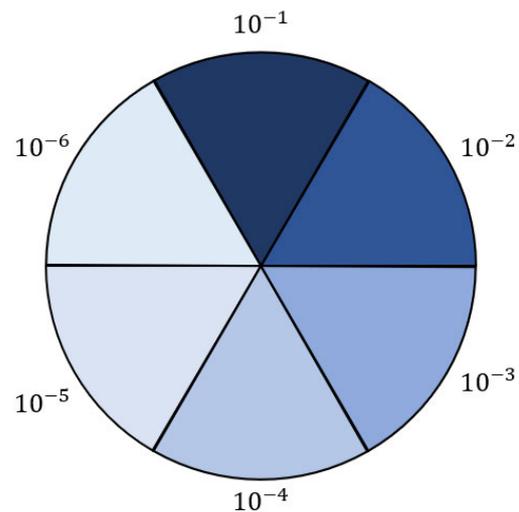
Das Röhrchen wurde ebenfalls mit dem Reagenzglasschüttler durchgeschüttelt. Der Vorgang wiederholte sich mit allen Reagenzgläsern bis zur  $10^{-6}$  Verdünnung. Im folgenden Bild ist die Herstellung der Verdünnungsreihe schematisch dargestellt.



**Abbildung 4:** Eigenes Schema der Verdünnungsreihe, angelehnt an die DIN EN ISO 6887-1, 2017

Die Herstellung der Verdünnungsreihen wurde mit jeder Lebensmittelprobe der jeweiligen Verpackungsmöglichkeit durchgeführt, sodass am Ende insgesamt 6 x Verdünnungsreihen hergestellt wurden. Pro Lebensmittelprobe und Verdünnungsreihe wurden für den Gesamtkeimnachweis 1 x PC- Agarplatte, für die Keimzahlbestimmung der Hefen und Schimmelpilze 1 x SD- Agarplatte, und für die Keimanazahlbestimmung der Enterobakterien 1 x VRBG-Agarplatte verwendet.

Die Unterseiten der Agarplatten wurden von außen mithilfe eines Stiftes in 6 Bereiche aufgeteilt und mit den Verdünnungsstufen von  $10^{-1}$  bis  $10^{-6}$  gekennzeichnet (siehe Abb.5).

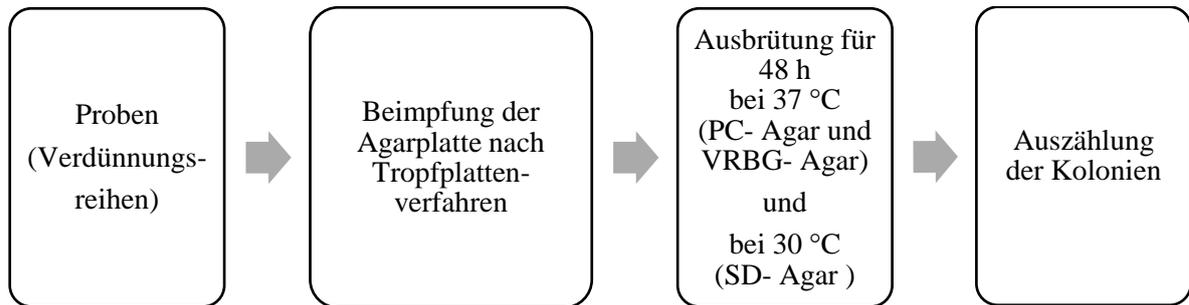


**Abbildung 5:** Eigenes Schema der Beschriftung der Agarplatten für das Tropfplattenverfahren, in Anlehnung an die DIN 10164-2, 2019

Mit einer Kolbenhubpipette wird aus jeder Verdünnungsstufe ( $10^{-6}$  bis  $10^{-1}$ ) 0,05 ml

entnommen, in das entsprechende Feld getropft und mit einer sterilen Impföse auf dem Agarfeld verteilt. Dabei wurde für die Beimpfung der Agarplatten mit der höchsten Verdünnungsstufe ( $10^{-6}$ ) begonnen und mit der Erstverdünnung ( $10^{-1}$ ) beendet. Die Agarplatte wurde mit dem Deckel verschlossen und zum Trocknen für ca. 20 min auf dem Labortisch gelassen. Die Beimpfung wiederholte sich mit der SD-Agarplatte und der VRBG-Agarplatte. Die Beimpfung der Agarplatten war somit für die Verdünnungsreihen abgeschlossen.

Im folgenden Schema (siehe Abb.6) wurden die Arbeitsschritte des Tropfplattenverfahrens für diesen Versuch kurz dargestellt.



**Abbildung 6:** Schematische Darstellung des Ablaufes des Tropfplattenverfahrens in Anlehnung an die DIN 10164-2, 2019

Die Vorgehensweise des Tropfplattenverfahrens wiederholte sich bei den anderen Verdünnungsreihen. Nachdem alle Agarplatten getrocknet waren, wurden diese umgedreht (mit dem Agar nach oben). Die sechs beimpften PC-Agarplatten und sechs VRBG-Agarplatten wurden so in einen Brutschrank mit einer Temperatur von 37° C gestellt, wo sie 48 ± 3 Stunden gelagert werden. Die SD-Agarplatten wurden in einen zweiten Brutschrank mit einer Temperatur von 30 °C gestellt, wo sie ebenfalls 48 ± 3 Stunden gelagert wurden.

Nach der Bebrütungszeit von 48 Stunden, erfolgte die Auswertung der Agarplatten. Die gezählten Kolonien jeder Agarplatte und Verdünnungsstufe wurden notiert. Ab einer Koloniezahl von über 100, wurde das Zählen beendet und die Koloniezahl als  $\geq 100$  notiert. Nachdem die Kolonien der Agarplatten gezählt wurden, wurden die gebildeten Kolonien beschrieben. Hierbei wurde die Optik, also die Farbe, die Form, den Rand, die Oberfläche und die geschätzte Größe notiert, welche im Anhang wiederzufinden sind (siehe Tabelle 49, 50 und 51).

### 5.2.2. Quantitative Bestimmung der Keimzahlen

In diesem Kapitel werden die Formeln zur quantitativen Bestimmung der Gesamtkeimzahl, der Keimzahl der Hefen und Schimmelpilze und der Keimzahlen der Enterobakterien wiedergegeben und stichpunktartig erklärt. Die Berechnung der Gesamtkeimzahlen sowie der Keimzahlen der Enterobakterien und Hefen und Schimmelpilze sind angelehnt an die DIN 10164-2 (Norm DIN 10164-2, 2019, S. 10).

Die Agarplatten wurden nach der Bebrütung aus den Brutschränken genommen. Bei der Auswertung wurden die Agarplatten nicht geöffnet. Die Agarplatten wurden gegen das Lampenlicht im Labor gehalten, wobei die Kolonieanzahl der jeweiligen Verdünnungsreihen manuell ausgezählt wurden. Nachdem die gewachsenen Kolonien ausgezählt und notiert wurden, wurde die niedrigste auswertbare Verdünnungsstufe, sowie die nächsthöhere auswertbare Verdünnungsstufe bestimmt, welche

**Tabelle 34:** Beispiel der Auszählung und Bestimmung der niedrigsten und nächsthöchsten Verdünnungen

Verdünnungsstufen	Koloniezahl
$10^{-1}$	95 (niedrigste Verdünnung)
$10^{-2}$	33 (nächsthöhere Verdünnung)
$10^{-3}$	3
$10^{-4}$	1
$10^{-5}$	0
$10^{-6}$	0

für die weitere Berechnung der Gesamtkeimzahl von Wichtigkeit sind. Die Auszählung und Bestimmung der niedrigsten und höchsten Koloniezahlen wurde erfasst, wie es als Beispiel in der Tabelle Nr. 34 wiedergegeben ist. Die gezählten Kolonien des Tropfplattenverfahrens sind im Anhang gelistet (siehe Tabelle 46, 47 und 48).

Die Tabellen mit den jeweiligen ausgezählten Kolonien jeder Lebensmittelprobe und Agarplatte sind im Anhang aufzufinden.

Zur Berechnung der Koloniezahl, zur Berechnung der Gesamtkeimzahl sowie der Keimzahl der Enterobakterien und der Hefen und Schimmelpilzen wurde die nachfolgende Formel nach der DIN 10164-2 (Norm DIN 10164-2, 2019, S. 10) herangezogen:

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 0,1}$$

Hierbei entsprechen:

$\bar{c}$  = der gewichtete Mittelwert der Koloniezahlen;

$\sum c$  = die Gesamtsumme aller gezählter Kolonien, der ausgewerteten Agarplatte;

$n_1$  = die Anzahl der auswertbaren Agarplatten mit der niedrigsten Verdünnungsstufe;

$n_2$  = die Anzahl der auswertbaren Agarplatten mit der nächsthöheren Verdünnungsstufe.

Die zweite Formel beruht auf Angaben der DIN 10164-2 (Norm DIN 10164-2, 2019, S. 10-11) für die Berechnung der koloniebildenden Einheiten je Gramm der Probe auf den Agarplatten wie folgt sein:

$$KbE/g = \bar{c} \cdot v \cdot 10^x$$

Mit **KbE/g** = Kolonie bildende Einheiten je Gramm der Probe;

$v$  = Faktor 20 für das Tropfplattenverfahren;

$x$  = niedrigste Verdünnungsstufe, die auswertbare Kolonien zeigt;

$\bar{c}$  = der gewichtete Mittelwert der Koloniezahlen.

Beim angewendeten Tropfplattenverfahren wird eine Impfmenge von 0,05 ml auf die Agarplatten aufgebracht. Die errechnete Koloniezahl wird mit dem Faktor 20 ( $v$ ) multipliziert, da die Impfmenge von 0,05 ml einer weiteren Verdünnung des Röhrchen- oder Kolbeninhalts von 1: 20 entspricht. Um die koloniebildenden Einheiten je Gramm der Probe (KbE/g) zu ermitteln, wird die errechnete Koloniezahl mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert.

Das endgültige Ergebnis wird auf eine Dezimalstelle gerundet und multipliziert mit der jeweiligen Zehnerpotenz angegeben.

Sofern auf einer Agarplatte keine Kolonien gewachsen sind, lautet das Ergebnis „weniger (<) als  $2,0 \times 10^2$  KbE/g“ an der Gesamtkeimzahl (aller aerob mesophiler Keime), Enterobacteriaceae oder Hefen und Schimmelpilzen.

### 5.2.3. Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens

Die Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens werden in diesem Kapitel tabellarisch nach den ausgewählten Nährböden wiedergegeben. Die Tabellen listen die Verpackungsprobe sowie die Ergebnisse in KBE/g. Zusätzlich werden die Ergebnisse in einem Rang zwischen 1 (höchste Keimzahl) und 6 (niedrigste Keimzahl) wiedergegeben. Durch diese Ränge soll in der späteren Diskussion eine Tendenz der Ergebnisse festgestellt werden. Durch diese kann man ermitteln, welche Lebensmittelprobe die höchsten und niedrigsten Keimgehalte aufweist.

Die unterschiedlichen Verpackungen, werden in den folgenden Tabellen aus platzsparenden Gründen, als Kürzel wiedergegeben.

Diese Kürzel lauten wie folgt:

B (Neu): Neues Bienenwachstuch;

B (GER): Bienenwachstuch (richtig gereinigt, mit kaltem Wasser);

B (GEF): Bienenwachstuch (falsch gereinigt, mit heißem Wasser);

AL: Aluminiumfolie;

FR: Frischhaltefolie,

BR: Brotdose.

Die gezählten Kolonien der Agarplatten sind in Tabellenform im Anhang wiederzufinden.

Im Folgenden sind die Gesamtergebnisse der koloniebildenden Einheiten je Gramm Probe in Tabellenform sowie deren Rang dargestellt. Hierbei werden die Ergebnisse im Text kurz wiedergegeben. Die Rechnungen wurden mit Excel durchgeführt und sind in der digitalen Abgabe hinterlegt.

### Gesamtkeimzahlen der Plate-Count-Agarplatten (PCA):

Die PC-Agarplatten weisen unterschiedlich hohe Gesamtkeimzahlen auf von  $4,2 \times 10^3$  KbE/g (niedrigster Wert) bis  $4,0 \times 10^5$  KbE/g (höchster Wert). Aus der gesamten Probenreihe weist die Lebensmittelprobe, welche in ein Bienenwachstuch eingewickelt worden war, welches richtig gereinigt wurde, den höchsten Gesamtkeimwert mit  $4,0 \times 10^5$  KbE/g auf. Die nächsthöchste Gesamtkeimzahl mit  $2,7 \times 10^5$  KbE/g wurde bei der Lebensmittelprobe errechnet, welche in die Frischhaltefolie eingewickelt wurde. Dem folgen die weiteren Gesamtkeimzahlen mit den Werten  $1,1 \times 10^5$  KbE/g (Bienenwachstuch (falsch gereinigt)),  $2,3 \times 10^4$  KbE/g (Bienenwachstuch neu) und  $8,2 \times 10^3$  KbE/g (Aluminium). Die niedrigste Gesamtkeimzahl mit  $4,2 \times 10^3$  (KbE/g) wurde an der Lebensmittelprobe errechnet, welche in der Brotdose eingepackt war (siehe Tabelle 35).

**Tabelle 35:** Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens, der PC-Agarplatten

<u>Verpackungsprobe</u>	<u>Ergebnis [KbE/g]</u>	<u>Rang</u>
Bienenwachstuch (neu)	$2,3 \times 10^4$	4
Bienenwachstuch (richtig gereinigt)	$4,0 \times 10^5$	1
Bienenwachstuch (falsch gereinigt)	$1,1 \times 10^5$	3
Aluminiumfolie	$8,2 \times 10^3$	5
Frischhaltefolie	$2,7 \times 10^5$	2
Brotdose	$4,2 \times 10^3$	6

### Keimzahl der Sabouraud-Agarplatten (SDA) für Hefe und Schimmelpilze:

Die Keimzahlen der Sabouraud-Agarplatten reichen von  $1,9 \times 10^4$  KbE/g (niedrigster Wert) bis  $2,9 \times 10^7$  KbE/g (höchster Wert). Die höchste Keimanzahl hat sich beim falsch gereinigten Bienenwachstuch ergeben, mit einem Wert von  $2,9 \times 10^7$  KbE/g. Als Nächstes folgt der Wert vom richtig gereinigtem Bienenwachstuch mit  $1,1 \times 10^7$  KbE/g, gefolgt von der Frischhaltefolie mit demselben Ergebnis von  $1,1 \times 10^7$  KbE/g. Darauf folgen die Ergebnisse der Brotdose mit  $4,7 \times 10^6$  KbE/g, das Aluminium mit  $8,4 \times 10^4$  KbE/g und zuletzt mit dem neuen Bienenwachstuch mit  $1,9 \times 10^4$  KbE/g, was der niedrigste ermittelte Wert dieser Probereihe ist (siehe Tabelle 36).

**Tabelle 36:** Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens, der SD-Agarplatten

<u>Verpackungsprobe</u>	<u>Ergebnis [KbE/g]</u>	<u>Rang</u>
Bienenwachstuch (neu)	$1,9 \times 10^4$	6
Bienenwachstuch (richtig gereinigt)	$1,1 \times 10^7$	2
Bienenwachstuch (falsch gereinigt)	$2,9 \times 10^7$	1
Aluminiumfolie	$8,4 \times 10^4$	5
Frischhaltefolie	$1,1 \times 10^7$	3
Brotdose	$4,7 \times 10^6$	4

**Gesamtkeimzahlen der Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose (VRBG) für Enterobakterien:**

Die VRBG- Agarplatten weisen für den Nachweis von Enterobakterien Keimzahlen von  $< 2 \times 10^2$  KbE/g (niedrigster Wert) bis  $7,5 \times 10^4$  KbE/g (höchster Wert). Den höchsten Wert mit  $7,5 \times 10^4$  KbE/g wurde bei der Frischhaltefolie ermittelt. Auf diesen Wert folgt das Ergebnis des richtig gereinigten Bienenwachstuches mit einem Wert von  $5,8 \times 10^3$  KbE/g. Daraufhin folgen die Ergebnisse des neuen Bienenwachstuches und der

**Tabelle 37:** Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens, der VRBG-Agarplatten

<u>Verpackungsprobe</u>	<u>Ergebnis [KbE/g]</u>	<u>Rang</u>
Bienenwachstuch (neu)	$1,8 \times 10^3$	3
Bienenwachstuch (richtig gereinigt)	$5,8 \times 10^3$	2
Bienenwachstuch (falsch gereinigt)	$1,8 \times 10^2$	5
Aluminiumfolie	$< 2 \times 10^2$	6
<b>Frischhaltefolie</b>	<b><math>7,5 \times 10^4</math></b>	<b>1</b>
Brotdose	$1,8 \times 10^3$	3

Brotdose, welche beide einen Wert von  $1,8 \times 10^3$  KbE/g aufweisen. Als Nächstes folgt das Ergebnis des falsch gereinigten Bienenwachstuches mit einem Ergebnis von  $1,8 \times 10^2$  (KbE/g). Auf der VRBG-Agarplatte der Lebensmittelprobe, welche in Aluminiumfolie eingepackt worden war, sind keine Kolonien gewachsen. Das Ergebnis lautet somit  $< 2 \times 10^2$  KbE/g an Enterobakterien (siehe Tabelle 37).

### 5.3. Keimzahlbestimmung mittels Abklatschverfahren

Der zweite Keimnachweis erfolgt mit der Abklatschmethode in Anlehnung an die DIN 10113-2 (Norm DIN 10113-2 - Entwurf, 2022). Mithilfe der Abklatschmethode werden die Oberflächen der in Versuch 1. (Keimnachweis durch Tropfplattenverfahren) benutzten Verpackungsmaterialien quantitativ nach der aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl untersucht werden. Hierbei werden mithilfe von Abklatschplatten der Gesamtkeimgehalt der benutzten Oberflächen der Verpackungsmaterialien untersucht und am Ende beurteilt werden. Das Abklatschverfahren ist in dieser Arbeit eine Ergänzung zum Tropfplattenverfahren, bei dem die Oberflächen der benutzten Verpackungen direkt auf einen quantitativen Gesamtkeimwert untersucht zu werden. Anhand der Ergebnisse könnte man ebenfalls feststellen können, welche Verpackungsmöglichkeit auf der Oberfläche quantitativ kleinere oder höhere Keimwerte aufweisen. Interessant ist hierbei unter anderem, ob sich die Oberflächenkeimzahlen der drei Bienenwachstücher unterscheiden und ob auch beim Abklatschverfahren die unterschiedliche Reinigung der Bienenwachstücher zu unterschiedlichen Oberflächenkeimgehalten führt oder nicht. Zudem soll ein Vergleich zu den anderen Verpackungsmöglichkeiten aufgestellt werden.

Die Auswahl des Nährmediums für das Abklatschverfahren erfolgt an der Erzielung der quantitativen Bestimmung einer aeroben mesophilen Gesamtkeimzahl. Hierfür eignet sich der Einsatz von PC-Agarplatten (PCA) (Norm DIN 10113-2 - Entwurf, 2022, S. 6). Für das Abklatschverfahren werden insgesamt sechs Agarplatten mit einer Flächengröße von jeweils  $25\text{ cm}^2$  eingesetzt.

#### 5.3.1. Versuchsvorbereitung des Abklatschverfahrens

Für diesen Versuch wurden die benutzten Verpackungsmaterialien aus der Versuchsvorbereitung für die Abklatschmethode verwendet. Für diesen Versuch gelten dieselben Temperatur- und Lagerbedingungen wie aus dem ersten Versuch zur Keimzahlbestimmung mittels Tropfplattenverfahren. Die Verpackungsmaterialien waren mit den Lebensmittelproben aus dem Versuch mit dem Tropfplattenverfahren verpackt gewesen. Der Versuch erfolgt ebenfalls im Labor für Mikrobiologie an der HAW Hamburg, der Fakultät Life Sciences. Zur Versuchsvorbereitung gehörte zudem die allgemeine Versuchsvorbereitung (siehe *Kapitel 5.1 Versuchsvorbereitung der Laborversuche*).

#### 5.3.2. Versuchsdurchführung des Abklatschverfahrens

Die sechs PC-Agarplatten wurden auf einem sauberen Arbeitsplatz bereitgestellt. Mit dem Stift wurden die Agarplatten von außen mit Kürzeln gekennzeichnet. Bei den Kürzeln handelt es sich um Kurzformen der Namen der verwendeten Verpackungsmaterialien.

Die Lebensmittelproben wurden aus den benutzten Verpackungsmaterialien entfernt.

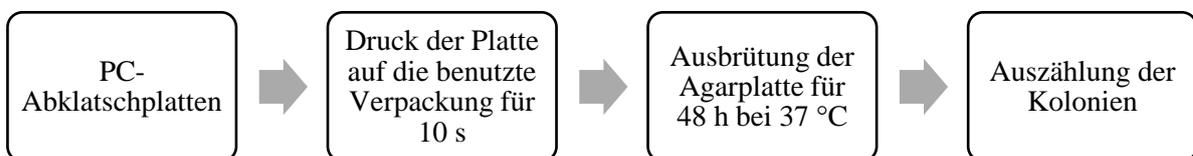
Die Verpackungsmaterialien wurden auf einem sauberen Labortisch mit der benutzten Innenseite (Innenseite, die im Kontakt mit der verpackten Lebensmittelprobe war) nach oben aufgelegt. Als Nächstes wurden die PC-Agarplatten geöffnet und der Kunststoffdeckel der Agarplatte wurde mit der Innenseite nach oben auf dem Labortisch abgelegt. Die nun geöffnete Agarplatte wurde für 10 Sekunden auf die Innenseite der jeweiligen Verpackung gedrückt. Hierbei wurde ein leichter Druck ausgeführt. Es wurde darauf geachtet, dass die gesamte Fläche der Agarplatte mit der Innenseite der jeweiligen Verpackung in Berührung kommt. Nach den 10 s wurde die benutzte Agarplatte mit dem Kunststoffdeckel geschlossen und auf dem Arbeitstisch beiseitegestellt.

Die fertigen und geschlossenen Abklatschproben wurden im Inkubator (bzw. Brutkasten) des Labors bei 37 °C für 48 Stunden bebrütet. Die Platten wurden dabei mit dem Agar nach oben in den Inkubator gelegt.

Nach 48 Stunden +/- 3 Stunden erfolgte die Auswertung der Gesamtkeimzahl der Abklatschplatten. Die Platten wurden aus dem Brutschrank genommen und auf dem Labortisch platziert.

Für die Auszählung der Kolonien wurden die Agarplatten nicht geöffnet. Die geschlossenen Agarplatten wurden gegen das Lampenlicht im Labor gehalten.

An der Außenseite der Agarplatte wurden die Kolonien ausgezählt und notiert. Die Arbeitsschritte für dieses Abklatschverfahren sind im folgenden Schema (siehe Abb. 7) kurz wiedergegeben.



**Abbildung 7:** Schematische Darstellung des Ablaufes des Abklatschverfahrens in Anlehnung an die DIN 10113-2, 2022

### 5.3.3. Ergebnisse des Abklatschverfahrens

Die quantitative Auswertung der Abklatschproben erfolgt durch das Auszählen der gewachsenen Kolonien. Die Auswertung bezieht sich auf die Oberflächengröße der Agarplatten, welche eine Oberflächengröße von 25 cm<sup>2</sup> betragen. Hierfür lauten die Ergebnisse wie folgt:

**KbE (Koloniebildende Einheit) je 25 cm<sup>2</sup>**

Mit **KbE/g** = Kolonie bildende Einheiten je Gramm der Probe

**25 cm<sup>2</sup>** = Flächengröße der PC-Agarplatten.

Es erfolgen keine weiteren Umrechnungen für diesen Versuch.

Im Folgendem werden die Ergebnisse der Abklatschproben dargestellt. Hierbei werden die Anzahl der gezählten Kolonien aufgelistet, das Ergebnis in  $\text{KbE}/25\text{cm}^2$  wiedergegeben und die Optik der Kolonien stichpunktartig beschrieben. Die Optik beinhaltet Angaben zu der Farbe, der Größe/Durchmesser, der Form, dem Rand und der Oberfläche. Die Größe der Kolonien wird ebenfalls wiedergegeben. Bei diesem handelt es sich um einen Schätzwert. Sofern bei den Abklatschplatten die Kolonien nicht zählbar sind, beispielsweise wenn die Kolonien nicht deutlich getrennt voneinander gewaschen sind, werden diese als Rasenwachstum in der Ergebniszeile bezeichnet, da keine Einzelkolonien zählbar sind (Norm DIN 10113-2 - Entwurf, 2022, S. 11).

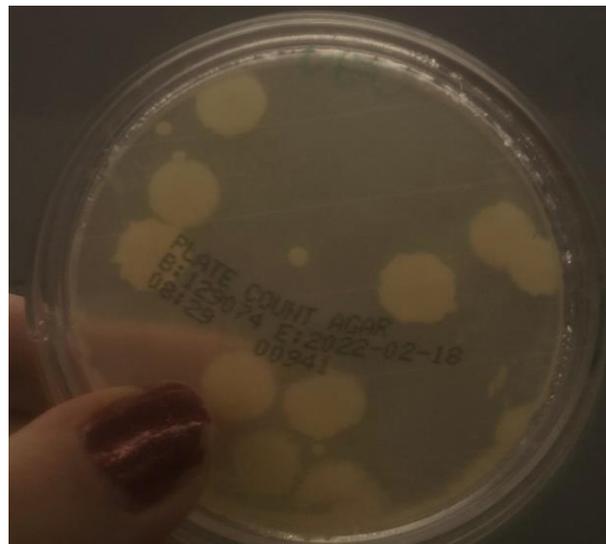
**Abklatschprobe 1: Bienenwachstuch neu**

Auf der Agarplatte können insgesamt 17 Kolonien gezählt werden. Somit beträgt das Ergebnis dieser Abklatschprobe  $17 \text{ KbE}/25\text{cm}^2$ . Die Kolonien weisen eine weiß-gelbliche Farbe auf und haben unterschiedliche Größen. Diese haben einen geschätzten Durchmesser von ca. 0,2 – 2 cm. Die Kolonien sind rund und haben einen geriffelten Rand, sowie eine geriffelte Oberfläche (siehe Tabelle 38).

**Tabelle 38:** Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Bienenwachstuch neu“

<b>Gezählte Koloniezahl</b>	17
<b>Ergebnis in <math>\text{KbE}/25\text{cm}^2</math></b>	$17 \text{ KbE}/25\text{cm}^2$
<b>Farbe:</b>	weiß-gelblich
<b>Größe/Durchmesser:</b>	0,2 – 2 cm
<b>Form:</b>	Rund
<b>Rand:</b>	geriffelt
<b>Oberfläche:</b>	geriffelt

In der folgenden Abbildung Nr. 8 kann man die Kolonien in der ausgebrüteten PC-Agarplatte erkennen.



**Abbildung 8:** Gewachsene Kolonien der Probe: „Bienenwachstuch neu“ auf PCA

### Abklatschprobe 2: Bienenwachstücher richtig gereinigt

Die Abklatschprobe weist eine große Koloniezahl auf. Es werden 155 Kolonien auf der Agarplatte gezählt, wodurch das Ergebnis 155 KbE/25cm<sup>2</sup> beträgt. Die Kolonien haben eine weiß-gelbliche Farbe und einen unterschiedlichen Durchmesser von 0,1 - 2 cm. Der Rand der Kolonien ist geriffelt und die Oberfläche ist glatt (siehe Tabelle 39). Es sind mehrere kleine Kolonien auf der Agrarfläche zu erkennen, wie in der Abbildung Nr. 9 zu sehen ist.

**Tabelle 39:** Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Bienenwachstuch richtig gereinigt“

Gezählte Koloniezahl	155
Ergebnis in KbE/25cm <sup>2</sup>	155 KbE/25cm <sup>2</sup>
Farbe:	weiß-gelblich
Größe/Durchmesser:	0,1 – 2 cm
Form:	Rund
Rand:	geriffelt
Oberfläche:	glatt



**Abbildung 9:** Gewachsene Kolonien der Probe: „Bienenwachstuch richtig gereinigt“ auf PCA

### Abklatschprobe 3: Bienenwachstücher falsch gereinigt

Auf der Abklatschprobe werden als 126 Kolonien gezählt. Das Ergebnis lautet somit 126 KbE/25cm<sup>2</sup>. Die Kolonien haben eine weiß-gelbliche Farbe und einen Durchmesser von 0,01 – 2 cm. Die Kolonien haben eine rundliche Form und einen geriffelten Rand. Die Oberfläche einiger

**Tabelle 40:** Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Bienenwachstuch falsch gereinigt“

<b>Gezählte Koloniezahl</b>	126
<b>Ergebnis in KbE/25cm<sup>2</sup></b>	126 KbE/25cm <sup>2</sup>
<b>Farbe:</b> <b>Größe/Durchmesser:</b> <b>Form:</b> <b>Rand:</b> <b>Oberfläche:</b>	weiß-gelblich 0,01 – 2 cm Rund geriffelt manche glatt andere geriffelt

Kolonien ist glatt. Einige andere Kolonien haben eine geriffelte Oberfläche. Im Vergleich zu der Abklatschprobe Nr. 2 (Bienenwachstuch = richtig gereinigt), haben sich häufiger kleinere Kolonien, die weiter voneinander verstreut sind (siehe Tabelle 40). Die gewachsenen Kolonien sind in der Abbildung Nr. 10 erkennen.



**Abbildung 10:** Gewachsene Kolonien der Probe: „Bienenwachstuch falsch gereinigt“ auf PCA

#### Abklatschprobe 4: Aluminiumfolie

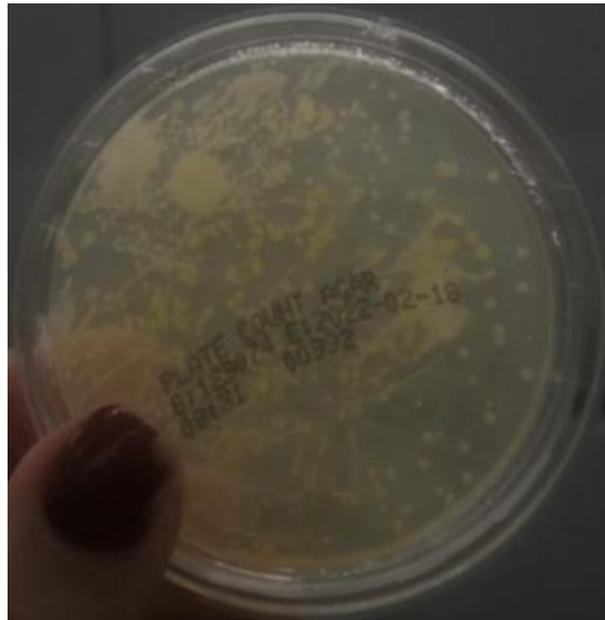
Auf der Abklatschprobe werden 296 Kolonien gezählt. Das Ergebnis ist somit 296 KbE/25cm<sup>2</sup>. Die Färbung ist weiß-gelblich. Der Durchmesser der Kolonien beträgt 0,01 – 1 cm. Die Kolonien haben eine runde Form. Einige Kolonien haben eine undefinierbare Form.

**Tabelle 41:** Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Aluminiumfolie“

<b>Gezählte Koloniezahl</b>	296
<b>Ergebnis in KbE/25cm<sup>2</sup></b>	296 KbE/25cm <sup>2</sup>
<b>Farbe:</b> <b>Größe/Durchmesser:</b> <b>Form:</b> <b>Rand:</b> <b>Oberfläche:</b>	weiß-gelblich 0,01 – 1 cm rund und einige undefiniert manche glatt andere geriffelt manche glatt andere geriffelt

Beispielsweise erkennt man auch längliche Kolonien. Wiederum kann man die Form einiger Kolonien nicht nach einer Form definieren. Die Ränder sowie die Oberflächen unterscheiden sich. Manche sind glatt, die anderen geriffelt. Die Abklatschprobe hat deutlich kleinere Kolonien als die anderen Abklatschproben, zudem sind die Kolonien weiter verstreut als auf den anderen Abklatschproben (siehe Tabelle 41).

Zu erkennen ist dies auf der folgenden Abbildung Nr. 11 der Abklatschprobe.



**Abbildung 11:** Gewachsene Kolonien der Probe: „Aluminiumfolie“ auf PCA

### Abklatschprobe 5: Frischhaltefolie

Die Kolonien der Agarplatte können nicht quantitativ bestimmt werden, da diese nicht klar getrennt voneinander gewachsen sind. Es handelt sich hierbei um ein Rasenwachstum der aeroben mesophilen Keimen. Die Kolonien haben eine weiß-gelbliche Farbe. Der Durchmesser der Kolonien beträgt 0,01 – 3 cm. Die Kolonien sind im Vergleich zu den anderen Agarplatten etwas größer. Die Form der Kolonien ist unterschiedlich. Es sind

viele rundliche Kolonien zu erkennen. Neben diesen haben sich auch Kolonien gebildet, die eine undefinierbare Form aufweisen. Manche Kolonien weisen eine länglichere Form auf. Die Ränder sind geriffelt und die Oberflächen sind glatt (siehe Tabelle 42).

Auffallend ist, dass die Kolonien sehr flächendeckend auf der gesamten Agarplatte verteilt sind, was das Zählen dieser erschwert hat (siehe Abb. Nr. 12.).

**Tabelle 42:** Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Frischhaltefolie“

Gezählte Koloniezahl	Kolonien nicht zählbar
Ergebnis	Rasenwachstum
Farbe:	weiß-gelblich
Größe/Durchmesser:	0,01 – 3 cm
Form:	Rund /einige undefiniert
Rand:	geriffelt
Oberfläche:	glatt



**Abbildung 12:** Gewachsene Kolonien der Probe: „Frischhaltefolie“ auf PCA

### Abklatschprobe 6: Brotdose

Auf der Agarplatte können die Kolonien nicht gezählt werden, aufgrund eines Rasenwachstums. Die Färbung der Kolonien ist weiß-gelblich. Die Durchmesser der Kolonien variieren zwischen 0,1 – 1 cm. Die Form der Kolonien ist rundlich. Die Ränder sind geriffelt, ebenso wie die Oberfläche. Auffallend ist die Dichte und die oftmals gleiche Größe der gewachsenen Kolonien (siehe Tabelle 43). Dies ist in der Abbildung Nr. 13 zusehen.

**Tabelle 43:** Ergebnis des Abklatschverfahrens, der Probe „Brotdose“

<b>Gezählte Koloniezahl</b>	Kolonien nicht zählbar
<b>Ergebnis</b>	Rasenwachstum
<b>Farbe:</b> <b>Größe/Durchmesser:</b> <b>Form:</b> <b>Rand:</b> <b>Oberfläche:</b>	weiß-gelblich 0,1 - 1 cm rundlich geriffelt geriffelt



**Abbildung 13:** Gewachsene Kolonien der Probe: „Brotdose“ auf PCA

## 5.4. Diskussion der Laborversuchsergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens sowie des Abklatschverfahrens diskutiert. Fokus dieser Diskussion ist es, die in den Versuchen benutzten Bienenwachstücher auf Grundlage der Ergebnisse der Laborversuche (siehe *Kapitel 5.2.3 Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens* und *Kapitel 5.3.3 Ergebnisse des Abklatschverfahrens*) zu beurteilen und miteinander zu vergleichen. Hierbei wird geschaut, ob die unterschiedliche Reinigung der Bienenwachstücher einen Einfluss auf die Keimzahlen hatte. Zuletzt werden die Keimzahlen der Bienenwachstücher mit den Keimzahlen der anderen Verpackungsmöglichkeiten verglichen. Es sei zu erwähnen, dass die Ergebnisse und die hervorgekommenen Keimzahlen beider Laborversuche womöglich von Umwelteinflüssen (Temperatur, Transport, Lagerung, Handhabung etc.) und der Zusammensetzung der Lebensmittelprobe beeinflusst wurden. Diese Faktoren und mögliche Fehler in den Laborversuchen sind nicht vollständig auszuschließen.

### **Tropfplattenverfahren:**

Für das Tropfplattenverfahren wurden in den Ergebnissen (siehe *Kapitel 5.2.3 Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens*) Ränge aufgestellt. In der folgenden Diskussion der Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens werden diese in die Beurteilung miteinfließen. Die Ränge werden hierfür in einer Tabelle wiedergegeben, aus denen ein Durchschnittswert errechnet wird. Dieser ergibt eine Platzierung bzw. einen Gesamtrang der Verpackungen, der nach der Höhe der Gesamtkeimzahl, der Koloniezahl der Enterobakterien, sowie der Hefen und Schimmelpilzen ausgerichtet ist. Die Tabelle ist auch in der digitalen Abgabe wiederzufinden. In der Tabelle sind die Ränge bzw. die Ergebnisse aller Agarplatten bzw. Nährmedien wiedergegeben. Die unterschiedlichen Verpackungen, werden im in der Tabelle aus platzsparenden Gründen, als Kürzel wiedergegeben. Diese Kürzel lauten wie folgt:

- B (Neu): Neues Bienenwachstuch;
- B (GER): Bienenwachstuch (richtig gereinigt);
- B (GEF): Bienenwachstuch (Falsch gereinigt);
- AL: Aluminiumfolie;
- FR: Frischhaltefolie,
- BR: Brotdose.

Die Tabelle ist wie folgt aus den Ranglisten der Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens wiedergegeben (siehe Tabelle 44):

**Tabelle 44:** Alle Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens mit Gesamtrang

	Verpackungsprobe					
Nährmedien	B (Neu)	B (GER)	B (GEF)	AL	FR	BR
SDA	6	2	1	5	3	4
PCA	4	1	3	5	2	6
VRBG	3	2	5	6	1	3
<b>Summe der Ränge</b>	4,33	1,67	3,00	5,33	2,00	4,33
<b>Gesamtrang</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Alle drei Bienenwachstücher, haben unterschiedliche Keimwerte auf allen drei angewandten Agarplatten (PCA, SDA, VRBG) aufgewiesen (siehe *Kapitel 5.2.3 Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens*). Das neue und unbenutzte Bienenwachstuch wies im Vergleich zu den anderen beiden Bienenwachstüchern niedrigere Keimwerte auf. Ein Grund für die niedrigen Keimwerte könnte sein, dass das Bienenwachstuch vorher nicht in den Kontakt mit anderen Lebensmitteln gebracht worden war, und dementsprechend unbenutzt war. Im Vergleich zu den anderen Verpackungsmöglichkeiten, hat das neue Bienenwachstuch ähnliche Keimwerte wie die Brotdose gehabt. Beide Verpackungsmöglichkeiten teilen sich nach der Auswertung der Ergebnisse denselben, vierten Platz im Rang.

Die beiden weiteren Bienenwachstücher, welche benutzt, aber unterschiedlich gereinigt wurden, weisen höhere Keimwerte auf. Auffallend hierbei ist, dass das Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser (richtig gereinigt) nach der Benutzung gereinigt wurde, auffallend hohe Keimwerte auf allen Agarplatten aufweist.

In dieser Versuchsreihe weist das richtig gereinigte Bienenwachstuch die höchsten Keimwerte auf, weshalb es den ersten Platz belegt. Grund hierfür könnte sein, dass das kalte Wasser nicht ausreichend war, das Bienenwachstuch hygienisch zu reinigen.

Im Vergleich hierzu hat das Bienenwachstuch, welches mit heißem Wasser abgewaschen wurde (falsch gereinigt) kleinere Keimwerte als das Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser abgewaschen wurde (richtig gereinigt). Auffallend ist beim falsch gereinigtem Bienenwachstuch, dass trotz der Reinigung mit heißem Wasser, die Keimzahl der Hefen und Schimmelpilzen am höchsten unter der Versuchsreihe war. Was hierfür der Grund sein könnte, ist nicht vollständig klar. Es könnte die Möglichkeit bestehen, dass das Bienenwachstuch nicht gründlich genug gereinigt wurde.

Aus den Ergebnissen kann man dennoch erkennen, dass die Keimwerte des Bienenwachstuches geringer sind als die des Bienenwachstuches, welches mit kaltem Wasser gereinigt wurde und der Lebensmittelprobe, welches in eine Frischhaltefolie verpackt wurde. Das falsch gereinigte Bienenwachstuch belegt im Rang den dritten Platz. Die Frischhaltefolie weist ähnlich hohe Keimwerte auf, wie das richtig gereinigte Bienenwachstuch und belegt in der Rangliste den zweiten Platz. Die niedrigsten Keimwerte dieser Versuchsreihe ergaben sich bei der Lebensmittelprobe, welche in der Aluminiumfolie verpackt war, weshalb diese im Rang auf dem sechsten Platz ist.

Die wichtigsten Erkenntnisse für dieses Tropfplattenverfahren sind somit, dass das benutzte Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser gereinigt wurde, die höchsten Keimwerte der Versuchsreihe aufgewiesen hat. Grund hierfür ist womöglich die nicht ausreichende hygienische Reinigung mit kaltem Wasser. Von den drei Bienenwachstüchern weißte das neue Bienenwachstuch die geringste Keimzahl auf. Im Vergleich zu den Verpackungsalternativen in dieser Versuchsreihe, schnitten die Bienenwachstücher hinsichtlich der Keimwerte etwas schlechter ab. Die kleinste Keimzahl dieser Versuchsreihe wurde bei der Aluminiumfolie ermittelt.

#### **Abklatschverfahren:**

Das Abklatschverfahren führte zu unterschiedlichen Koloniezahlen und Ergebnissen. Unter den drei Bienenwachstüchern, weißte das neue Bienenwachstuch das geringste Ergebnis mit 17  $\text{KbE}/25\text{cm}^2$  auf. Die Koloniezahl ist womöglich so gering, da dieses Wachstuch vor den Laborversuchen neu und ungenutzt war. Somit ist dieses nicht in den Kontakt mit Lebensmitteln (und somit auch nicht mit Keimen, die sich auf Lebensmitteln befinden können) zuvor gebracht worden. Das Wachstuch wurde lediglich für das Tropfplattenverfahren mit einer Lebensmittelprobe genutzt. Die beiden benutzten Bienenwachstücher, weißten beide eine höhere Keimzahl auf als das neue Bienenwachstuch. Von diesen weißte das richtig gereinigte Bienenwachstuch (mit kaltem Wasser) eine höhere Oberflächenkeimzahl auf als das falsch gereinigte Bienenwachstuch (mit heißem Wasser). Während das Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser gewaschen wurde, ein Ergebnis von 155  $\text{KbE}/25\text{cm}^2$  aufweist, wurde beim falsch gereinigtem Bienenwachstuch eine Oberflächenkeimzahl von 126  $\text{KbE}/25\text{cm}^2$  ermittelt. Wie im Tropfplattenverfahren wird auch hier angenommen, dass das Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser gereinigt worden war, eine größere Oberflächenkeimzahl aufweist als das mit heißem Wasser gereinigte Bienenwachstuch, dass durch das kalte Wasser das Wachstuch wahrscheinlich nicht vollständig hygienisch gereinigt werden konnte. Die andern Verpackungsmöglichkeiten sind schwierig zu beurteilen. Auffallend hoch war die Oberflächenkeimzahl bei der Aluminiumfolie, welches ein Ergebnis von 296  $\text{KbE}/25\text{cm}^2$  aufweist, welches höher ist als die Keimwerte der drei Bienenwachstücher. Die Oberflächenkeimzahl der Frischhaltefolie und der Brotdose konnte nicht ermittelt werden.

Grund hierfür ist das Rasenwachstum der Kolonien auf beiden Agarplatten, durch welche man die Koloniezahl nicht deutlich bestimmen konnte.

Die wichtigste Erkenntnis, welche aus dem Abklatschverfahren gezogen werden kann, ist die, dass unter den drei Bienenwachstüchern (wie beim Tropfplattenverfahren) das Bienenwachstuch, mit der Reinigung durch das kalte Wasser, die höchste Oberflächenkeimzahl aufweist. Grund hierfür ist ebenfalls womöglich die nicht ausreichend hygienische Reinigung mit kaltem Wasser. Ein guter Vergleich der Keimwerte mit den Verpackungsalternativen konnte nicht eindeutig gezogen werden, da die Oberflächenkeimzahlen der Brotdose, als auch der Frischhaltefolie aufgrund von Rasenwachstum nicht eindeutig ermittelt werden konnten. Die Anzahl der Kolonien der Aluminiumfolie war deutlich höher als die der Bienenwachstücher. Im Abklatschverfahren haben die Bienenwachstücher geringere Koloniezahlen aufgewiesen als die anderen untersuchten Verpackungsmöglichkeiten.

## 5.5. Methodendiskussion der Laborversuche

In diesem Kapitel werden die Methoden der mikrobiologischen Untersuchungen diskutiert. Die Methodendiskussion betrifft das Tropfplattenverfahren und das Abklatschverfahren.

### **Kleiner Stichprobenumfang:**

Für diese Untersuchungen wurden die Bienenwachstücher eines einzelnen Herstellers verwendet. Die Untersuchungen hinsichtlich der Bienenwachstücher waren somit auf einen Hersteller und somit auf eine einzige Qualität beschränkt. Zudem wurden nur drei Bienenwachstücher unterschiedlichster Benutzungsdauer und Reinigung für die Versuche verwendet. Als weitere Verpackungsmöglichkeiten wurden für beide Laborversuche eine Brotdose aus Kunststoff, eine Aluminiumfolie sowie eine Frischhaltefolie verwendet. Interessant wäre eine größere Bandbreite an Verpackungsmöglichkeiten aus Papier oder Edelstahl, welche man mit Bienenwachstüchern vergleichen könnte. Der Stichprobenumfang ist somit beschränkt gewesen. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen sind aufgrund der Verwendung eines einzelnen Bienenwachstuch-Herstellers, der geringen Anzahl der untersuchten Bienenwachstücher sowie der Einschränkung der Untersuchungen auf die Gesamtkeimzahl und der Keimzahl der Enterobakterien, nur gering repräsentativ.

Eine mikrobiologische Untersuchung von zahlreichen Bienenwachstüchern unterschiedlichster Hersteller, unterschiedlichster Zusammensetzung (Inhaltsstoffe) sowie Qualität würden zu einem repräsentativeren Untersuchungsergebnis und somit einer repräsentativeren Aussage führen.

### **Kurze Nutzungsdauer der Bienenwachstücher:**

Die benutzten Bienenwachstücher, welche für die Untersuchungen verwendet wurden, wurden nur eine Woche benutzt, eher die Keimuntersuchungen durchgeführt wurden. Auch dies schränkt die Repräsentativität der Aussage und Ergebnisse ein, da der Benutzungszeitraum gering ist.

Eine Untersuchung von Bienenwachstüchern unterschiedlichster und längerer Nutzungsdauer würde zu einer repräsentativeren Aussage beitragen. Interessant wäre ein Keimgehaltsvergleich von benutzten sowie richtig (Reinigung mit kaltem Wasser) und falsch (Reinigung mit heißem Wasser) gereinigten Bienenwachstüchern nach einem Benutzungszeitraum von einem Jahr. Somit könnte man untersuchen, wie lange ein Bienenwachstuch ohne zusätzliche Reparaturen haltbar ist im Hinblick auf die Reinigungsart und wie stark die Keimbelastung dieser Tücher nach einem Jahr ist. Zudem wäre die Untersuchung an unterschiedlichen Lebensmittelproben interessant gewesen, um zu schauen, ob sich die Keimzahlen je nach Lebensmittelart unterscheiden (beispielsweise Lebensmittelproben nur mit Gemüse, Obst, Brot, etc.).

### **Allgemeine Fehler:**

In den Laborversuchen sind zudem allgemeine Fehler in der Durchführung nicht auszuschließen. In der Auswertung der Agarplatten des Tropfplattenverfahrens ist aufgefallen, dass die Plate-Count-Agarplatte der Lebensmittelprobe aus der Aluminiumfolie einen Riss des Agars aufwies. Inwiefern dieser zustande gekommen ist, ist unklar. Es ist nicht auszuschließen, dass dieser Riss das Ergebnis dieser Agarplatte beeinflusst hat.

### **Versuche erfolgten nur in Anlehnung an die DIN-Normen:**

Für das Tropfplattenverfahren in dieser Arbeit erfolgten keine Doppelbestimmungen. Zu beachten ist jedoch hierbei, dass in der DIN 10164-2:2019-06 Doppelbestimmungen beschrieben werden. Zudem geht die Norm auf die mikrobiologische Untersuchung von Fleisch und Fleischerzeugnissen und auf die Bestimmung von Enterobakterien ein. Es gilt hierbei zu beachten, dass das Tropfplattenverfahren nicht an Fleisch und Fleischerzeugnissen stattgefunden hat, sondern an einer anderen Lebensmittelprobe (siehe *Kapitel 5.1 Versuchsvorbereitung der Laborversuche*). Zudem wurden nicht nur Enterobakterien ermittelt, sondern auch die Gesamtkeimzahl an allen aerob mesophil wachsenden Mikroorganismen sowie die Keimzahl der Hefen und Schimmelpilze ermittelt.

Das Abklatschverfahren erfolgte ebenfalls nur in Anlehnung an die DIN 10113-2 (Norm DIN 10113-2 - Entwurf, 2022). In der Norm wird beispielsweise beschrieben, dass die entnommene Probe in einem gedämmten und desinfizierbaren Transportbehälter (wie eine Kühlbox) aufbewahrt werden soll. Im Abklatschverfahren dieser Arbeit erfolgte keine Aufbewahrung, sondern die direkte Bebrütung im Brutschrank.

## 6. Gesamtdiskussion

In dieser Arbeit wurden Fragen zum Thema Bienenwachstücher gestellt (siehe hierfür *Kapitel 1.1 Zielsetzung der Arbeit*). In der folgenden Gesamtdiskussion werden diese Fragen beantwortet, indem der Theorieteil dieser Arbeit, mit den Ergebnissen und erhobenen Daten des praktischen Teils, miteinander verglichen und diskutiert werden.

Im Theorieteil wurden die Eigenschaften und die Kritikpunkte von Bienenwachstüchern behandelt (siehe hierfür von *Kapitel 2 Bienenwachstücher* bis *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Der praktische Teil setzt sich aus der durchgeführten Online-Umfrage und den beiden Laborversuchen zusammen (siehe ab *Kapitel 4 Umfrage zu Bienenwachstüchern* bis *5.5 Kapitel Methodendiskussion der Laborversuche*).

### **Wie bekannt sind Bienenwachstücher, sowie die Kritikpunkte dieser?**

Anhand der Ergebnisse der Online-Umfrage, welche an der HAW in Hamburg erfolgte, wurde festgestellt, dass die Mehrheit der Gesamtteilnehmer (77,62 %) Bienenwachstücher kennt. Von der Gesamtteilnehmerzahl hat ca. die Hälfte (46,30 %) Bienenwachstücher schonmal benutzt.

Die Bienenwachstücher sind somit recht bekannt unter der Teilnehmergruppe. Es konnte festgehalten werden, dass die meisten Teilnehmer die Eigenschaft der Nachhaltigkeit (85,40 %), sowie die Langlebigkeit der Wachstücher (58,41 %) als besonders vorteilhaft empfinden. Hiermit wird deutlich, dass Bienenwachstücher vermutlich aufgrund dieser Eigenschaften von Verbrauchern gekauft werden. Eine Erklärung hierfür kann unter anderem die Bewerbung von Bienenwachstüchern auf diese Eigenschaften seitens der Hersteller sein. Das könnte erklären, warum viele Teilnehmer die Langlebigkeit und die Nachhaltigkeit als Vorteile von Bienenwachstüchern empfinden (siehe *Kapitel 2 Bienenwachstücher* und *Kapitel 4.3 Erkenntnisse der Umfrage*).

Die Kritikpunkte zu Bienenwachstüchern sind unter den Teilnehmern weitestgehend unbekannt, denn 93,47 % der Teilnehmer gaben in der Umfrage an, die Kritikpunkte nicht zu kennen (siehe *Kapitel 4.3 Erkenntnisse der Umfrage*).

Dies stellt eine Problematik an die Verbraucher dar, welche die Bienenwachstücher möglicherweise verwenden. Die genauen gesundheitlichen Risiken, welche direkt von Bienenwachstüchern ausgehen, sind unbekannt und es konnten keine Untersuchungen oder Studien für diese Arbeit gefunden werden, die eine gesundheitliche Auswirkung von Bienenwachstüchern am Menschen belegen. Es fehlt somit an wissenschaftlichen Untersuchungen, welche die direkte Auswirkung von Bienenwachstüchern auf die menschliche Gesundheit belegen. Die in dieser Arbeit genannten Untersuchungen an Bienenwachstüchern belegen lediglich das mögliche Vorkommen von erhöhten Pestizidwerten und von Paraffinen.

Nach dem aktuellen Wissensstand können Pestizide, Mineralölbestandteile, primäre aromatische Amine und Jojobaöl mögliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Die meisten Teilnehmer (61,10 %) kennen Jojobaöl, welches unter anderem in Bienenwachstüchern eingesetzt wird. Aufgrund der toxischen Wirkung von Jojobaöl bei tierexperimentellen Studien, würden die meisten Teilnehmer (68,78 %) sich mehr Information zu der toxischen Auswirkung von Jojobaöl auf den Menschen wünschen, gefolgt von dem Wunsch, dass Jojobaöl nicht mehr in Bienenwachstüchern verwendet werden sollte (56,58 %). Der Großteil der Teilnehmer (82,80 %) hat zudem angegeben, den Übergang von Jojobaöl aus Bienenwachstüchern auf Lebensmittel zu vermuten. Diese Vermutung stellt der BfR ebenfalls auf, und hält diesen Übergang für sehr wahrscheinlich. Da Jojobaöl in Tierversuchen toxische Wirkungen aufweist, rät der BfR von der Benutzung von Jojobaöl in Wachstüchern ab. Da die derzeitige Lage zu den toxischen Auswirkungen im Menschen unbekannt ist, ein Übergang von Jojobaöl aus Bienenwachstüchern jedoch sehr wahrscheinlich ist, sollten Verbraucher derzeit zum Schutz ihrer Gesundheit auf Bienenwachstücher mit Jojobaöl verzichten (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern* und *Kapitel 4.2 Ergebnisse und Auswertung der Umfrage*).

Der Großteil der Teilnehmer (91,83 %) hat die Vermutung angegeben, dass die Insektizide, welche in Bienenwachstüchern vorkommen können, keine Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Bei den Pestiziden, welche durch das CVUA-MEL nachgewiesen werden konnten, handelt es sich um neurotoxische Substanzen. Inwieweit diese nachgewiesenen Pestizidwerte eine Gefahr für den Menschen sein können, wurde von der CVUA-MEL nicht wiedergegeben und konnte somit nicht im Theorieteil beantwortet werden. Hierfür bedarf es nach weiteren Studien, die diese Auswirkung gezielt untersuchen (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern* und *Kapitel 4.3 Erkenntnisse der Umfrage*).

Da aus der Umfrage hervorgeht, dass die Mehrheit der Befragten die Kritikpunkte zu Bienenwachstüchern nicht kennt, jedoch ca. die Hälfte der Befragten Bienenwachstücher schon mal benutzt hat bzw. derzeit benutzt, ist mehr Information für Verbraucher zu den genannten Kritikpunkten notwendig, zumal Bienenwachstücher je nach Hersteller in ihrer Zusammensetzung und Qualität unterschiedlich sein können. Das Risiko für das Vorkommen von beispielsweise Pestiziden in Bienenwachstüchern kann sich somit ebenfalls je nach Wachstuch variieren. Der Bedarf nach mehr Information bestätigt auch die Umfrage, in welcher der 68,78 % Teilnehmer angaben, dass sie sich beispielsweise mehr Information zu der toxischen Auswirkung von Jojobaöl auf den Menschen, welches in Bienenwachstüchern verwendet werden kann, wünschen.

Zudem soll durch die Verbreitung der wissenschaftlichen Information sowie der belegten Kritikpunkte eine Transparenz zum Thema Bienenwachstücher unter der Bevölkerung geschaffen werden, wodurch gleichzeitig auch zum Schutz des Verbrauchers beitragen werden kann (siehe *Kapitel 2.2 Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe* und *Kapitel 4.3 Erkenntnisse der Umfrage*).

### **Werden Bienenwachstücher von möglichen Verbrauchern richtig verwendet?**

Anhand der Umfrage konnte festgestellt werden, dass 46,30 % und somit knapp die Hälfte der Teilnehmer Bienenwachstücher schonmal benutzt haben. Da Bienenwachstücher laut BfR aus hygienischen Gründen nicht mit rohen, tierischen und fettigen Lebensmitteln in Kontakt gebracht werden dürfen, ist es von Interesse gewesen zu erfahren, ob die Teilnehmer der Umfrage Bienenwachstücher richtig anwenden. Zu den geeigneten Lebensmitteln, welche mit Bienenwachstüchern in Kontakt gebracht werden dürfen, zählen Obst, Gemüse, Brote wie z. B. Sandwiches. Laut den Ergebnissen der durchgeführten Online-Umfrage werden von den befragten Teilnehmern am häufigsten geeignete Lebensmittel wie frisches Gemüse und Obst (56,39 %) sowie Brot (50,72 %) mit den Bienenwachstüchern in den Kontakt gebracht. Es gaben 80,60 % der Teilnehmer die Vermutung an, dass bestimmte Lebensmittel wie fettige Speisen (Gebäck) oder rohes tierisches Fleisch nicht mit Bienenwachstüchern in Kontakt gebracht werden dürfen. Einige Teilnehmer gaben an, ungeeignete Lebensmittel wie fettige Lebensmittel (21,81 %) oder rohe tierische Lebensmittel wie rohes Fleisch (11,34 %) mit Bienenwachstüchern in Kontakt zu bringen. Hinsichtlich dieser Ergebnisse wäre auch hier vielleicht mehr Information an die Verbraucher notwendig, denn trotz der Mehrheit, welche Bienenwachstücher für geeignete Lebensmittel benutzt, bringen ca. 22 % der Teilnehmer Bienenwachstücher mit fettigen und ca. 11 % mit rohen tierischen Lebensmitteln in Kontakt. Aus der Untersuchung des LGL im Jahre 2020 ist hervorgekommen, dass bei allen 16 untersuchten Bienenwachstüchern ein Verwendungshinweis fehlte, dass Bienenwachstücher nicht mit fettigen in den direkten Kontakt mit dem Wachstum kommen dürfen. Es besteht die Möglichkeit, dass aufgrund der fehlenden Verwendungshinweise auf Bienenwachstüchern, diese durch Verbraucher mit ungeeigneten Lebensmitteln in Kontakt gebracht werden können. Sollte dies der Fall sein, bedarf es nach einer Kennzeichnung und Wiedergabe eines Verwendungszweckes auf Bienenwachstücher für welche Lebensmittel diese eingesetzt werden dürfen und für welche nicht (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher* und *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Im Hinblick auf die allgemeine Benutzung, konnte zudem festgestellt werden, dass 34,77 % der Teilnehmer Bienenwachstücher zum Einpacken und 35,93 % zum Abdecken von Lebensmitteln benutzen, wofür Bienenwachstücher auch verwendet werden können (siehe *Kapitel 2.4 Anwendung der Bienenwachstücher* und *Kapitel 4.3 Erkenntnisse der Umfrage*).

Bienenwachstücher dürfen nicht mit hohen Temperaturen (z. B. durch heißes Wasser) gereinigt werden, da sich die Wachsbeschichtung sonst lösen könnte. Aus den Ergebnissen der Umfrage ist hervorzuheben, dass die meisten Teilnehmer (86,26 %) eine Keimansammlung an den Lebensmitteln, aufgrund der Reinigung von Bienenwachstüchern mit niedrigen Temperaturen, vermuten. Es ist annehmbar, dass diese Angabe der Teilnehmer auf ein Allgemeinwissen bezüglich Hygiene zurückzuführen ist, da die meisten Teilnehmer keine Kritikpunkte zu Bienenwachstüchern kennen, wo auch die Reinigung von Bienenwachstüchern mit kaltem Wasser kritisiert wird. Auch hier ist mehr Information hinsichtlich der Hygiene und richtigen Reinigung von Bienenwachstüchern notwendig, da 44,28 % der Teilnehmer die Vermutung angaben, dass sich ein unangenehmer Geruch auf den Bienenwachstüchern bildet. Weitere 39,10 % vermuten, dass sich ein unangenehmer Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln bilden kann und 36,02 % vermuten, dass die Geschmeidigkeit der Tücher durch die Reinigung verloren gehen kann. Die Teilnehmer vermuten unterschiedliche Folgeprobleme, von dem die verstärkte Keimbildung am häufigsten ausgewählt wurde. Eventuell könnte auch hier ein Verwendungshinweis für eine hygienische und geeignete Reinigung von Bienenwachstüchern Verbrauchern helfen, Reinigungsfehler und somit eine starke Keimbelastung zu vermeiden (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern* und *Kapitel 4.2 Ergebnisse und Auswertung der Umfrage*).

### **Unterscheiden sich die Keimbelastungen von benutzten Bienenwachstüchern im Vergleich zu herkömmlichen Verpackungsmöglichkeiten?**

Bienenwachstücher dürfen nur mit kaltem Wasser gereinigt werden, damit sich die Wachsbeschichtung nicht löst. Dies gibt der BfR als Kritikpunkt der neuen Verpackungsalternative wieder, dem hingegen zeigt eine Untersuchung im Jahr 2017 auf, dass die untersuchten Bienenwachstücher eine antibakterielle Wirkung haben und somit dem bakteriell bedingtem Lebensmittelverderb und bakteriellen Krankheitserregern entgegenwirken. Zurückzuführen ist diese Wirkung möglicherweise auf den im Bienenwachs enthaltenen Inhaltsstoff Propolis (siehe *Kapitel 2.2 Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe* und *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Es wurden zwei Laborversuche durchgeführt, welche die Keimbelastung von identischen und benutzten Bienenwachstüchern und anderen Verpackungsproben untersuchte. Aus den Ergebnissen des Tropfplattenverfahrens ist deutlich geworden, dass das benutzte Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser gereinigt wurde, die höchste Keimbelastung aufwies unter den untersuchten Bienenwachstüchern und anderen Verpackungsproben (siehe *Kapitel 5.2.1 Versuchsdurchführung des Tropfplattenverfahrens* bis *Kapitel 5.2.3 Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens*).

In einem zweiten Laborversuch wurde das Abklatschverfahren angewendet, durch welches die Keimgehalte der Oberflächen der Bienenwachstücher untersucht wurden. Aus diesen Ergebnissen ließ sich auch hier feststellen, dass das Bienenwachstuch, welches mit kaltem Wasser gereinigt wurde, eine höhere Keimbelastung aufwies als die anderen Bienenwachstücher (siehe *Kapitel 5.3 Keimzahlbestimmung mittels Abklatschverfahren bis Kapitel 5.3.3 Ergebnisse des Abklatschverfahrens*).

Zurückzuführen ist die höhere Keimbelastung, auf die unzureichende hygienische Reinigung des Wachstuches mit kaltem Wasser, so wie der BfR dies als Kritikpunkt wiedergegeben hat. Mitunter ist die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen von pathogenen Mikroorganismen, toxischen mikrobiellen Stoffwechselprodukten und von Verderbnisorganismen somit auch, bei den in dieser Arbeit untersuchten Bienenwachstüchern, welche mit kaltem Wasser gereinigt wurden, höher (siehe *Kapitel 3 Kritik zu Bienenwachstüchern*).

Im Hinblick auf die Ergebnisse der Versuche in dieser Arbeit ist eine Reinigung der Bienenwachstücher mit heißem Wasser somit hygienischer und sorgt für eine geringere Keimbelastung der Tücher. Zu beachten gilt hierbei jedoch, dass heißes Wasser das Bienenwachs zum Schmelzen bringen kann. Ob somit eine Reinigung mit heißem Wasser für Bienenwachstücher aus Sicht der Benutzungsdauer ideal ist, müsste noch genauer untersucht werden. Die Benutzungsdauer von Bienenwachstüchern beträgt laut Herstellerangaben ca. 1 Jahr, sofern das Bienenwachstuch gepflegt und gut behandelt wird. Durch eine hygienische Reinigung mit heißem Wasser könnte diese Benutzungsdauer möglicherweise verkürzt werden.

Da es sich bei Bienenwachstüchern um eine Verpackungsalternative zu anderen Verpackungsmöglichkeiten wie Aluminiumfolie oder Frischhaltefolie handelt, besteht die Fragestellung, ob andere Verpackungsoptionen eine geringere oder höhere Keimbelastung nach der Benutzung aufweisen als Bienenwachstücher oder nicht.

Anhand des Tropfplattenverfahrens sowie des Abklatschverfahrens, wo neben Bienenwachstüchern auch Aluminiumfolie, Frischhaltefolie und eine Brotdose auf deren Keimbelastungen anhand von identischen Lebensmittelproben untersucht wurden. Aus den Ergebnissen des Tropfplattenverfahrens ist hervorgekommen, dass die Bienenwachstücher, im Vergleich zu der untersuchten Aluminiumfolie, Frischhaltefolie und der Brotdose, hinsichtlich der hervorgekommenen Keimwerte etwas schlechter abschnitten. Die geringste Keimbelastung dieser Versuchsreihe wurde bei der Aluminiumfolie ermittelt, die höchste Keimbelastung wurde beim Bienenwachstuch festgestellt, welches mit kaltem Wasser gereinigt wurde (siehe *Kapitel 5.2.1 Versuchsdurchführung des Tropfplattenverfahrens bis Kapitel 5.2.3 Ergebnisse des Tropfplattenverfahrens*).

Im Abklatschverfahren konnte kein guter Vergleich der Keimwerte bzw. Ergebnisse zwischen den Bienenwachstüchern und den anderen Verpackungsmöglichkeiten gezogen werden, da die ermittelten Oberflächenkeimzahlen der Brotdose, als auch der Frischhaltefolie, aufgrund von Rasenwachstum nicht ermittelt werden konnten. Jedoch ist im Versuch hervorgekommen, dass die Anzahl der gewachsenen Kolonien der untersuchten Aluminiumfolie deutlich höher war als die der untersuchten Bienenwachstücher. Die niedrigste Oberflächenkeimzahl im Abklatschverfahren stellte sich beim neuen Bienenwachstuch heraus, welches vor den Versuchen unbenutzt war. Im Abklatschverfahren haben die Bienenwachstücher geringere Koloniezahlen aufgewiesen als die anderen untersuchten Verpackungsmöglichkeiten. Grund hierfür konnte die antibakterielle Wirkung des Bienenwachses sein, welches womöglich auf das Vorkommen von Propolis zurückzuführen ist (siehe *Kapitel 5.3 Keimzahlbestimmung mittels Abklatschverfahren* bis *Kapitel 5.3.3 Ergebnisse des Abklatschverfahrens* und *Kapitel 2.2 Zusammensetzung der Bienenwachstücher und die jeweiligen Rohstoffe*).

Die Frage, ob sich bei der Benutzung von Bienenwachstüchern, verstärkter Keime ansammeln, als bei anderen Verpackungsmöglichkeiten, ist somit nicht eindeutig beantwortbar, da beide Laborversuche unterschiedliche Ergebnisse geliefert haben.

Das Tropfplattenverfahren hat ergeben, dass sich bei den Lebensmittelproben der benutzten Bienenwachstücher verstärkter Keime ansammelten, als bei den anderen untersuchten Proben der Verpackungsmöglichkeiten. Im Hinblick auf das eigentliche Lebensmittel, welches mit Bienenwachstüchern eingepackt wird, weist dieses eine höhere Keimanzahl auf als die Lebensmittel, welche mit anderen Verpackungsmöglichkeiten verpackt werden. Die Ergebnisse des Abklatschverfahrens geben jedoch wieder, dass die benutzten Bienenwachstücher eine geringere Keimanzahl auf den benutzten Oberflächen aufweisen als die anderen Verpackungsmöglichkeiten.

## 7. Fazit und Ausblick

Bienenwachstücher sind aufgrund ihrer umweltschonenden Eigenschaften beliebt. Das ergibt unter anderem die in dieser Arbeit durchgeführte online Umfrage. Nach der Umfrage, ist zudem festgestellt worden, dass die meisten möglichen Verbraucher Bienenwachstücher für geeignete Lebensmittel wie Gemüse, Obst oder Brot nutzen. Die aufgestellten Kritikpunkte des BfRs sind nach den Ergebnissen der Umfrage unter den Teilnehmern stark unbekannt. Um dies zu beheben, sollten Verbraucher verstärkt über den aktuellen wissenschaftlichen Stand der Kritikpunkte informiert werden. Dies könnte der Transparenz sowie dem Schutz des Verbrauchers dienen. Im Hinblick auf die Ergebnisse der beiden Laborversuche in dieser Arbeit, sollten Bienenwachstücher nicht ausschließlich mit kaltem Wasser gereinigt werden, ähnlich wie dies der BfR als Kritikpunkt an Bienenwachstüchern wiedergibt. Die Reinigung soll aus hygienischen Gründen, unter anderem zur Reduzierung einer Keimbelastung auf dem Wachstuch, sowie den Übergang dieser auf andere Lebensmittel, mit heißem Wasser und Spülmittel erfolgen. Dies könnte sich möglicherweise auf die Nutzungsdauer des Wachstuches auswirken und diese verkürzen, da eine Reinigung mit hohen Temperaturen die Wachsbeschichtung schädigen kann. Im Vergleich zu anderen Verpackungsmöglichkeiten ist es schwierig zu sagen, ob Bienenwachstücher hygienischer sind. Aus den Ergebnissen des Tropfplattenverfahrens in dieser Arbeit kann man sagen, dass sowohl die untersuchten allgemeinen aeroben Gesamtkeimzahlen, die Keimzahlen an Enterobakterien, sowie der Hefen und Schimmelpilzen bei den untersuchten Bienenwachstüchern höher ausgefallen sind, als bei den anderen untersuchten Verpackungsproben. Das Abklatschverfahren zeigte hingegen auf den untersuchten Bienenwachstüchern eine geringere Keimanzahl auf den benutzten Oberflächen als bei den anderen Verpackungsproben. Somit bedarf es weiteren Untersuchungen hinsichtlich eines Vergleiches von Bienenwachstüchern und anderen Verpackungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Hygiene.

Insgesamt bedarf es zum Thema Bienenwachstücher weiterer Untersuchungen. Derzeit existieren nur wenige wissenschaftliche Studien und Untersuchungen zu Bienenwachstüchern, sodass weitere wissenschaftliche Arbeiten notwendig sind, um dieses Thema zu vertiefen. Beispielsweise ist es von Notwendigkeit, den Übergang von Jojobaöl aus Bienenwachstüchern auf das entsprechende Lebensmittel zu untersuchen und festzustellen, ob dies zu einer Auswirkung auf den Menschen führt.

Des Weiteren ist es von Notwendigkeit Bienenwachstücher weiter auf vorhandene Pestizide, Paraffine, primäre aromatische Amine sowie von Jojobaöl und deren Auswirkungen auf den Menschen zu untersuchen. Dies könnte dazu beitragen, die Verbraucher vor möglichen gesundheitlichen Auswirkungen durch diese.

Unter anderem sollen Bienenwachstücher genauer auf deren Kennzeichnung, auf irreführende oder fehlende Angaben geprüft werden, um auch hier den Verbraucher vor möglicher Täuschung zu schützen. Es sollten Verwendungshinweise auf Bienenwachstüchern gekennzeichnet sein. So können Verbraucher über den richtigen Umgang mit Bienenwachstüchern besser informiert werden. Das betrifft die Angabe, welche Lebensmittel mit Bienenwachstüchern in Kontakt gebracht werden dürfen und welche nicht. Zudem empfiehlt es sich ein Hinweis auf eine hygienische Reinigung der Bienenwachstücher anzugeben.

Für die Zukunft wäre ein breiter Vergleich von Bienenwachstüchern aus unterschiedlichen Ländern, unterschiedlichster Hersteller und Qualität notwendig, welche auf das Vorkommen von Pestiziden, primären aromatischen Aminen in Druckerfarben, Mineralölbestandteilen (unter anderem das Vorkommen von MOSH und MOAH), den Übergang von Jojobaöl, sowie die antibakterielle Wirkung geprüft werden. Dadurch kann man besser festlegen, welche Bienenwachstücher für Lebensmittel und somit auch für Verbraucher sicher sind. Durch einen solchen Vergleich kann man Empfehlungen für Verbraucher geben, worauf diese beim Kauf von Bienenwachstüchern achten können, um sich für ein qualitativ hochwertiges und sicheres Bienenwachstuch zu entscheiden.

Im Hinblick auf die Hygiene, sollte die Keimbelastung und Keimübertragung, welche durch Bienenwachstücher erfolgen kann, genauer und in einem größeren Stichprobenumfang, untersucht werden. Auch hier müssten Vergleiche zwischen unterschiedlichen Bienenwachstüchern sowie anderen Verpackungsmöglichkeiten gezogen werden. Interessant, wäre hierbei einen Keimnachweis bei Bienenwachstüchern unterschiedlichster Benutzungsdauer (bis zu 1 Jahr), sowie auch unterschiedlichster Reinigung. Beispielsweise kann so besser ermittelt werden, wie lange Bienenwachstücher unter einer hygienischen Reinigung, mit heißem Wasser, benutzt werden dürfen bzw. wie stark die Benutzungsdauer aufgrund einer hygienischen Reinigung verkürzt wird. Um Bienenwachstücher hygienischer zu machen, sollte eventuell die Reinigung besser an die Wachstücher angepasst werden. Statt einer Reinigung mit kaltem Wasser sollte stattdessen eine Reinigung mit warmen bzw. heißem Wasser empfohlen werden. Eventuell sollte die Empfehlung zur Reinigung von Bienenwachstüchern angepasst werden, sodass diese nach der Benutzung hygienischer sind, die Benutzungsdauer jedoch nicht eingeschränkt wird.

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit kann festgehalten werden, dass Bienenwachstücher unter den Befragten der Online-Umfrage weitestgehend bekannt sind. Die Kritikpunkte zu Bienenwachstüchern sind dem hingegen unbekannt. Es bedarf somit mehr Information an den Verbraucher, über diese Kritikpunkte.

Die meisten befragten Teilnehmer, welche Bienenwachstücher benutzen, verwenden Bienenwachstücher zum Einwickeln oder Abdecken für geeignete Lebensmittel.

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit kann die Empfehlung gegeben werden, dass Bienenwachstücher nicht mit kaltem Wasser gereinigt werden sollten, da dies nicht ausreichend hygienisch ist.

Ob Bienenwachstücher hygienischer sind, als andere Verpackungsmöglichkeiten, kann aus den Ergebnissen dieser Arbeit nicht genau beantwortet werden, da beide Laborversuche zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt haben.

Zusätzlich konnte anhand des Theorieteils festgehalten werden, dass die Kennzeichnung von Bienenwachstüchern unzureichend oder irreführend sein kann.

## Literaturverzeichnis

- Bayer AG; transquer GmbH; Bayer Bee Care Center. (April 2019). Ein gefährlicher Bienenparasit: Die Varroa-Milbe. Monheim am Rhein. Abgerufen am 30. November 2022 von [https://www.bayer.com/sites/default/files/Die\\_Varroa\\_Milbeimlyhf87.pdf](https://www.bayer.com/sites/default/files/Die_Varroa_Milbeimlyhf87.pdf)
- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL). (Stand: August 2021). LGL-Jahresbericht 2019/2020. (B. L. Lebensmittelsicherheit, Hrsg.) Erlangen, Bayern. Abgerufen am 5. November 2022 von [https://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/lgl\\_jahresbericht\\_2019\\_2020.pdf](https://www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/lgl_jahresbericht_2019_2020.pdf)
- Beeskin GmbH. (o. J.). *www.beeskin.com*. Abgerufen am 11. Dezember 2022 von [www.beeskin.com/Was beeskin Bienenwachstücher so besonders macht](http://www.beeskin.com/Was-beeskin-Bienenwachstuecher-so-besonders-macht): <https://beeskin.com/de/pages/beeswax-wraps>
- Böhm, S., Freissmuth, M., & Offermanns, S. (2012). *Pharmakologie & Toxikologie- Von den molekularen Grundlagen zur Pharmakotherapie*. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.
- Borst, H.; beegut GmbH. (30. Januar 2019). Bienenwachstücher reinigen - so gehts! Abgerufen am 29. November 2022 von <https://beegut.de/blogs/wissen/bienenwachstuecher-reinigen>
- Brüschweiler, H., Felber, H., & Schwager, F. (1989). Bienenwachs – Zusammensetzung und Beurteilung der Reinheit durch gaschromatographische Analyse (Volume 91, Issue 2: Lipid / Fett). (W.-V. V. KGaA, & K.-I. GmbH, Hrsg.) *European Journal of Lipid Science and Technology Volume 91/ Issue: 2*, S. 73-79.  
doi:<https://doi.org/10.1002/lipi.19890910207>
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). ((o.J.)). Gesetzlicher Auftrag. Abgerufen am 29. November 2022 von [https://www.bfr.bund.de/de/gesetzlicher\\_auftrag-7465.html](https://www.bfr.bund.de/de/gesetzlicher_auftrag-7465.html)
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (12. März 2007). Jojobasamen sind nicht für den Verzehr geeignet-Information Nr. 012/2007. Abgerufen am 30. November 2022 von [https://www.bfr.bund.de/cm/343/jojobasamen\\_sind\\_nicht\\_fuer\\_den\\_verzehr\\_geeignet.pdf](https://www.bfr.bund.de/cm/343/jojobasamen_sind_nicht_fuer_den_verzehr_geeignet.pdf)
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (22. Juni 2017). Fragen und Antworten zu Druckfarben und primären aromatischen Aminen in Lebensmittelbedarfsgegenständen- FAQ des BfR. Abgerufen am 30. November 2022 von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-druckfarben-und-primären-aromatischen-aminen-in-lebensmittelbedarfsgegenständen.pdf>
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (27. Februar 2018). Hochraffinierte Mineralöle in Kosmetika: Gesundheitliche Risiken sind nach derzeitigem Kenntnisstand nicht zu

- erwarten- Aktualisierte Stellungnahme Nr. 008/2018 des BfR. doi:10.17590/20180219-123914
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (2020). Schutz vor Lebensmittelinfektionen im Privathaushalt. Berlin. Abgerufen am 28. November 2022 von [https://www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps\\_schutz\\_vor\\_lebensmittelinfektionen\\_im\\_privathaushalt.pdf](https://www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps_schutz_vor_lebensmittelinfektionen_im_privathaushalt.pdf)
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (7. November 2022). Bienenwachstücher: Worauf sollten Sie achten?- FAQ des BfR. Von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/bienenwachstuecher-worauf-sollten-sie-achten.pdf> abgerufen
- Casari, W., & et.al. (zuletzt überarbeitet: Dezember 2006). natürliche Harze. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. Abgerufen am 19. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon/Harze>: <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-14-00536>
- Gänzle, M., & et.al. (zuletzt bearbeitet: Mai 2004). Opportunisten. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. Abgerufen am 8. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-15-00687>
- Gänzle, M., & et.al. (zuletzt bearbeitet von Prof. Dr. Michael Gänzle: Oktober 2002). Aerobier. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, RÖMPP [Online]. Abgerufen am 10. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-01-00923>
- Gänzle, M., & et.al. (zuletzt bearbeitet von Prof. Dr. Michael Gänzle: Mai 2004). Schimmelpilze. Stuttgart. Abgerufen am 8. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-19-00892>
- Global Standard gemeinnützige GmbH. (01. März 2020). Global Organic Textile Standard (GOTS) (Version 6.0). *GLOBAL ORGANIC TEXTILE STANDARD (GOTS)(06)*. Stuttgart. Abgerufen am 15. November 2022 von <https://global-standard.org/downloads#standardandmanual>: [https://global-standard.org/images/resource-library/documents/standard-and-manual/GOTS\\_Version\\_6.0\\_DE.pdf](https://global-standard.org/images/resource-library/documents/standard-and-manual/GOTS_Version_6.0_DE.pdf)
- Göhring, B. (01. Juni 2021). *www.lgl.bayern.de*. Abgerufen am 14. November 2022 von [www.lgl.bayern.de/Bienenwachstücher für den Lebensmittelkontakt – Untersuchungsergebnisse 2020](http://www.lgl.bayern.de/Bienenwachstuecher_für_den_Lebensmittelkontakt_–_Untersuchungsergebnisse_2020): [https://www.lgl.bayern.de/produkte/bedarfsgegenstaende/bg\\_lebensmittelkontakt/ue\\_20\\_20\\_bienenwachstuecher.htm](https://www.lgl.bayern.de/produkte/bedarfsgegenstaende/bg_lebensmittelkontakt/ue_20_20_bienenwachstuecher.htm)
- Goldbeck, C. (2020). Jahresbericht der Chemischen und Veterinäruntersuchungsämter 2020/ Bienenwachstücher - keine echte Verpackungsalternative. (C. O.-L.-R.-W. CVUA Münsterland-Emscher-Lippe, Hrsg., & M. D. Dr. Olivier Aust, Redakteur) Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe, Nordrhein-Westfalen,

- Deutschland. Von <https://www.cvua-mel.de/images/cvua/JB2020/NRW-Jahresbericht-2020.pdf> abgerufen
- Grega´s Imkerei. (21. September 2019). Wie reinigt und desinfiziert man sein Bienenwachstuch? Abgerufen am 29. November 2022 von <https://gregas-imkerei.de/blogs/news/wie-reinigt-und-desinfiziert-man-sein-bienenwachstuch>
- Krämer, J. (2010). *Handbuch für Lebensmittelchemiker, Lebensmittel – Bedarfsgegenstände – Kosmetika – Futtermittel (3. Auflage)*. (W. Frede, Hrsg.) Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Krist, S. (2013). *Lexikon der pflanzlichen Fette und Öle (2. Auflage)*. Wien: Springer-Verlag Wien.
- Kück, U., & et.al. (2009). *Schimmelpilze: Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung - 3. Auflage*. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Lebensmittelverband Deutschland e. V. (o. J.). [www.lebensmittelverband.de](http://www.lebensmittelverband.de). Abgerufen am 12. November 2022 von <https://www.lebensmittelverband.de/lebensmittel/verpackung>: <https://www.lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/verpackung>
- Little Bee Fresh GmbH. (o. J.). Alles, was du über Bienenwachstücher wissen sollltest. Abgerufen am 11. November 2022 von <https://little-bee-fresh.de/> Alles, was du über Bienenwachstücher wissen sollltest: <https://little-bee-fresh.de/alles-ueber-bienenwachstuecher/>
- Little Bee Fresh GmbH. (o. J.). Unsere Rohstoffe für die Bio-Bienenwachstücher. Abgerufen am 17. November 2022 von [www.little-bee-fresh.de/inhaltsstoffe](http://www.little-bee-fresh.de/inhaltsstoffe): <https://little-bee-fresh.de/inhaltsstoffe/>
- Lux, S. (März 2019). Nicht nur bei Imkern - Kontaktallergie durch Propolis. *Allergo Journal- Interdisziplinäre Zeitschrift für Allergologie, klinische Immunologie und Umweltmedizin; (Volume 28: issue 2)*, S. 8. doi:<https://doi.org/10.1007/s15007-019-1797-x>
- Mahler, C. (13. Februar 2004). Untersuchungen zur hygienischen und mikrobiologischen Qualität von marinierten Fleischzubereitungen zur Festlegung von Richtwerten bei der Kontrolle des Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD). Aus dem Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Abgerufen am 19. 11 2022 von <https://core.ac.uk/download/pdf/216061192.pdf#page=52>
- Martinotti, S., & Ranzato, E. (2015). Propolis: a new frontier for wound healing? *Burns & Trauma (Volume 3.)*. doi:10.1186/s41038-015-0010-z
- Matissek, R. (2020). *Lebensmittelsicherheit: Kontaminanten – Rückstände – Biotoxine*. (S. Spektrum, Hrsg.) Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag GmbH.

- Matissek, R., & Hahn, A. (2019). *Lebensmittelchemie, 9. Auflage*. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- MMW - Fortschritte der Medizin. (November 2010). Gift aus der Müslipackung- Mineralöl in Lebensmitteln nachgewiesen. *MMW - Fortschritte der Medizin (Volume: 152/Issue: 47) -Aktuell\_Magazin- Quellen: DasErste - Plusminus, 2.11.2010; Bundesinstitut für Risikobewertung*, S. 6. doi:<https://doi.org/10.1007/BF03367430>
- Norm DIN 10113-2 - Entwurf. (2022). *Horizontales Verfahren zur Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes und Nachweis von bestimmten Mikroorganismen auf Einrichtungs- und Bedarfsgegenständen entlang der Lebensmittelkette, Teil 2: Verfahren mit Nährmedienbeschichteten Entnahmeverrichtungen (Abklatschverfahren)*.
- Norm DIN 10164-2. (2019). *Mikrobiologische Untersuchung von Fleisch und Fleischerzeugnissen, Bestimmung von Enterobacteriaceae, Teil 2: Tropfplatten-Verfahren*.
- Norm DIN EN ISO 6887-1. (2017). *Mikrobiologie der Lebensmittelkette, Vorbereitung von Untersuchungsproben und Herstellung von Erstverdünnungen und von Dezimalverdünnungen für mikrobiologische Untersuchungen, Teil 1: Allgemeine Regeln für die Herstellung von Erstverdünnungen und Dezimalverdünnungen*.
- Pinto, C. T., Pankowski, J. A., & Nano, F. E. (01. Oktober 2017). THE ANTI-MICROBIAL EFFECT OF FOOD WRAP CONTAINING BEESWAX PRODUCTS. *JMBFS- Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science/ International peer-reviewed scientific online journal*. (P. b.-S. Nitra, Hrsg.) University of Victoria, Department of Biochemistry and Microbiology, 3800 Finnerty Road, Victoria BC V6P 4W8, Canada; University of Nebraska-Lincoln, Department of Chemistry, 1400 R Street, Lincoln, NE 68588, USA, Canada, USA. doi:10.15414/jmbfs.2017.7.2.145-148
- Prieto, M., Nürnberger, V., & Rosenberg, E. (2018). Verfälschtes Bienenwachs - Eine unterschätzte Gefahr für die Bienenzucht. *Chrom+food forum: 09*. Von [https://publik.tuwien.ac.at/files/publik\\_277760.pdf](https://publik.tuwien.ac.at/files/publik_277760.pdf) abgerufen
- RÖMPP-Redaktion, Lindemann, M., & et.al. (zuletzt überarbeitet: Dezember 2015). Coumaphos. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. Abgerufen am 30. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-03-02681>
- RÖMPP-Redaktion: Böckler F., & et.al. (zuletzt bearbeitet: Mai 2004). Mesophilie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. Abgerufen am 8. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-13-01381>
- RÖMPP-Redaktion: Böckler, F., & et.al. (zuletzt bearbeitet: März 2002). Aerob/anaerob. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, RÖMPP [Online]. Abgerufen am 10. November 2022 von <https://roempp.thieme.de/lexicon>: <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-01-00915>

- Suerbaum, S., Bockemühl, J., & Karch, H. (2012). *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* - 7. überarbeitete Auflage. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Volke, K. (Februar 1993). Die Chemie der Mumifizierung im alten Ägypten. (G. D. Chemiker, Hrsg.) *Chemie in unserer Zeit* (Volume 27, Nr.1) , S. 42-47.  
doi:<https://doi.org/10.1002/ciuz.19930270106>

## Zitierte Rechtsquellen

Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen und zur Aufhebung der Richtlinien 80/590/EWG und 89/109/EWG, ABI Nr. L 338/4, S. 1, zuletzt geändert durch die Verordnung (EU) 2019/1381 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019, ABI Nr. L 231, S. 1

## Anhangsverzeichnis

Anhang A: Ausgeschlossene Fragen der Umfrage.....	80
Anhang B: Gesamter Umfragebogen .....	81
Anhang C: Verwendete Materialien und Geräte in den Laborversuchen.....	85
Anhang D: Mikrobiologischer Untersuchungsbericht für das Tropfplattenverfahren .....	87

## Anhang A: Ausgeschlossene Fragen der Umfrage

### Rubrik 1: Soziodemografie

**Frage Nr. 3:** Sind Sie Studierende/r der HAW Hamburg?

**Antwortoptionen:**

- a.) Ja;
- b.) Nein

**Frage Nr. 4:** In Welchem Studiengang studieren Sie? - Bitte schreiben Sie ihren Studiengang bei vollständigem Namen auf! Ich studiere...

**Antwortoptionen:**

freie Texteingabe

### Rubrik 3: Bienenwachstücher

**Frage Nr. 7 (bzw. Frage Nr. 12 in der Gesamtumfrage):** Ein Nachteil ist das mögliche Vorkommen von Mineralölbestandteilen (MOSH/MOAH) in den bunt bedruckten Textilien, die für die Produktion von Bienenwachstüchern verwendet werden. Kennen Sie die Problematik mit MOSH/MOAH?

**Antwortoptionen:**

- a.) Ja;
- b.) Nein

**Frage Nr. 14 (bzw. Frage Nr. 19 in der Gesamtumfrage):** Jeder kennt den Geruch von Wachs, insbesondere von Bienenwachs. Aber auch das zugesetzte Baumharz hat einen stärkeren Eigengeruch und Geschmack. Dieser Geruch und Geschmack des Wachses können auf die eingewickelten Lebensmittel übertragen werden. Was würden Sie auf Grund dieses Wissens machen?

**Antwortoptionen:**

- a.) Solange die Tücher ihren Sinn und Zweck erfüllen, würde ich sie weiter benutzen. Der Geruch und die leichte Geschmacksveränderung der Lebensmittel stören mich nicht.
- b.) Ich würde die Tücher nicht benutzen wollen, wenn sie einen Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln hinterlassen würden.

# Anhang B: Gesamter Umfragebogen

## 1. Welches Geschlecht haben Sie?

Ich bin...

- weiblich
- männlich
- divers

## 2. Wie alt sind Sie?

- 17-21
- 22-30
- 30-40
- über 40

## 3. Sind Sie Studierende/r der HAW Hamburg?

- Ja
- Nein

## 4. In Welchem Studiengang studieren Sie?

Bitte schreiben Sie ihren Studiengang bei vollständigem Namen auf!

Ich studiere...

**Abbildung 14:** Fragen der Rubrik Soziodemographie

## 5. Der Sommer ist vorbei und, man sieht immer weniger Bienen. Mögen Sie Bienen?

- Ja
- Nein
- Ich weiß es nicht.

**Abbildung 15:** Eröffnungsfrage

**6. Kennen Sie Bienenwachstücher?**

- Ja  
 Nein

**7. Haben Sie Bienenwachstücher schonmal benutzt?**

- Ja  
 Nein

**8. Wofür benutzen Sie die Bienenwachstücher?**

Mehrere Antworten sind möglich!

- Zum Einwickeln bzw. einpacken von Lebensmitteln anstatt der üblichen Frischhalte-, und Alufolien.  
 Zum Abdecken von Schalen, Tellern, etc. mit darin enthaltenen Lebensmitteln.  
 Als Lebensmittelverpackung für unterwegs (Anstatt einer Brotdose).  
 Sonstiges...   
 Ich benutze keine Bienenwachstücher.

**9. Welche Lebensmittel verpacken Sie mit den Bienenwachstüchern?**

Wenn Sie keine Bienenwachstücher benutzen, was meinen Sie welche Lebensmittel mit Bienenwachstüchern verpackt werden sollten?

Mehrere Antworten sind möglich!

- Gemüse und Obst (frisch)  
 Frisches Fleisch und Fisch  
 Brot  
 Fettige Lebensmittel (Kuchen, Wurst, Frittiertes, ...)  
 Milcherzeugnisse (Käse)  
 Keine

**10. Welche Eigenschaften sehen Sie als besonders vorteilhaft bei Bienenwachstüchern?**

Mehrere Antworten sind möglich!

- Dass sie umweltbewusster sind als herkömmliche Verpackungsmöglichkeiten (wie z.B. Alu-, oder Frischhaltefolie).  
 Dass sie langlebig sind (bis zu 1 Jahr).  
 Ihr schönes buntes Aussehen (Muster, Bilder, ...).  
 Ihre einfache Handlichkeit/Benutzung.  
 Die einfache Reinigung.  
 Sonstiges...

**11. Bienenwachstücher geraten in letzter Zeit vermehrt in die Kritik. Wissen sie über diese Kritiken bescheid bzw. haben Sie schonmal etwas darüber gehört oder gelesen?**

- Ja  
 Nein

**12. Ein Nachteil ist das mögliche Vorkommen von Mineralölbestandteilen (MOSH/MOAH) in den bunt bedruckten Textilien, die für die Produktion von Bienenwachstüchern verwendet werden. Kennen Sie die Problematik mit MOSH/MOAH?**

- Ja  
 Nein

**13. Neben den krebserzeugenden Mineralölbestandteilen, die in Bienenwachstüchern vorkommen können, konnten Insektizide gefunden werden, welche die Bienen beim Nektarsammeln aufnehmen können. Ein Insektizid ist ein Pflanzenschutzmittel, welche unter anderem gegen Milben und andere Insekten eingesetzt werden. Glauben Sie, dass diese Insektizide eine negative Auswirkung auf die Menschliche Gesundheit haben können?**

- Ja, ich denke schon.  
 Nein, ich denke nicht.  
 Ich weiß es nicht.

**Abbildung 16:** Fragen der Rubrik Bienenwachstücher (Fragen Nr. 6 - Nr. 13 Hauptteil)

**14. Kennen sie Jojobaöl?**

- Ja
- Nein

**15. Jojobaöl ist ein flüssiges Wachs, welches unter anderem als Kosmetikmittel für die Körperpflege verwendet wird. Unter anderem kommt Jojobaöl in Bienenwachstüchern angewendet, um diese geschmeidig und feucht zu halten. Glauben Sie, dass das in Bienenwachstüchern enthaltene Jojobaöl durch den Kontakt auf Lebensmittel übergehen kann?**

- Ja
- Nein

**16. Laut BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung), weist Jojobaöl in Tierversuchen toxische Wirkungen in Darmzellen auf. Was würden sie aufgrund dieses Wissens mit den Bienenwachstüchern machen?**

Mehrere Antworten sind möglich!

- Wenn ich die Bienenwachstücher benutzen würde, würde ich damit aufhören und auf andere Alternativen wechseln.
- Ich würde mir wünschen, dass kein Jojobaöl mehr in Bienenwachstüchern verwendet wird.
- Ich würde mir mehr Information wünschen, unter anderem über die toxischen Auswirkungen im Menschen.
- Ich werde Bienenwachstücher weiter nutzen jedoch darauf achten, dass kein Jojobaöl enthalten ist.
- Ich würde die Bienenwachstücher wie gewohnt weiter nutzen.

**17. Bienenwachstücher müssen nach Benutzung gereinigt werden, jedoch darf bei der Reinigung keine hohe Temperatur benutzt werden, da sich die Beschichtung sonst lösen kann. Was glauben Sie ist ein Folgeproblem, welches sich daraus ergeben kann?**

Mehrere Antworten sind möglich!

- Die Geschmeidigkeit der Bienenwachstücher geht verloren.
- Die Bienenwachstücher können nicht hygienisch gereinigt werden, weshalb sich vermehrt Keime auf Lebensmitteln bilden können.
- Es bildet sich ein unangenehmer Geruch an den Bienenwachstüchern.
- Es bildet sich ein unangenehmer Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln.

**18. Da die Reinigung der Tücher nicht bei hohen Temperaturen stattfinden kann, besteht die Möglichkeit, dass sich vermehrt Keime auf den Bienenwachstüchern und den Lebensmitteln vermehren. Glauben sie das alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern eingewickelt können?**

Mehrere Antworten sind möglich!

- Ja, es können alle Lebensmittel mit den Bienenwachstüchern eingewickelt werden.
- Nein es dürfen keine fettigen Speisen wie Käse, Gebäck und rohes Fleisch mit den Bienenwachstüchern eingewickelt werden.
- Es dürfen keine Süßigkeiten mit Bienenwachstüchern in Kontakt kommen, da diese sich sonst mit dem Bienenwachs verkleben.

**19. Jeder kennt den Geruch von Wachs, insbesondere von Bienenwachs. Aber auch das zugesetzte Baumharz hat einen stärkeren Eigengeruch und Geschmack. Dieser Geruch und Geschmack des Wachses können auf die eingewickelten Lebensmittel übertragen werden. Was würden Sie auf Grund dieses Wissens machen?**

- Solange die Tücher ihren Sinn und Zweck erfüllen, würde ich sie weiter benutzen. Der Geruch und die leichte Geschmacksveränderung der Lebensmittel stören mich nicht.
- Ich würde die Tücher nicht benutzen wollen, wenn sie einen Geruch oder Geschmack auf den Lebensmitteln hinterlassen würden.

**20. Würden Sie in Zukunft Bienenwachstücher weiter benutzen wollen?**

Mehrere Antworten sind möglich!

- Ja, Bienenwachstücher scheinen nicht gefährlich zu sein, und ich würde sie verwenden.
- Ich würde die Bienenwachstücher verwenden wollen, jedoch nur wenn die Nachteile/Probleme minimiert oder beseitigt werden.
- Ich würde Bienenwachstücher nicht benutzen wollen aufgrund der Nachteile/Probleme.
- Sonstiges:

**Abbildung 17:** Fragen der Rubrik Bienenwachstücher (Fragen Nr. 14 - Nr. 20 Hauptteil)

21. Der Fragebogen endet nun mit dieser letzten Frage. Wie fanden sie die Abfrage?

- Die Fragen waren einfach zu verstehen und zu beantworten.
- Einige Fragen waren etwas komplexer, jedoch beantwortbar.
- Ich konnte die Fragen überhaupt nicht verstehen und nur schwer eine Antwort geben.

**Abbildung 18:** Endfrage

## Anhang C: Verwendete Materialien und Geräte in den Laborversuchen

<b><u>Geräte:</u></b>	<b>Name laut Hersteller</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Artikel-Nr.</b>
Brutschränke (Inkubatoren)	Digitale Inkubatoren, INCU-Line®, IL 10	VWR	390-0384
Stomacher	BagMixer 400 P Laborhomogenisator 400 ml	Interscience	021 230
Halmpipette	Nicht gegeben	Socorex	8101100
Kolbenhubpipette	Transferpipette® S, 1000 µl	Brand	705880
Kolbenhubpipette	Transferpipette® S, 100 µl	Brand	705874
Vortexer (Reagenzglasschüttler)	Vortex 1	IKA	4047700
Präzisionswaage	M-Pact AX2202, Ablesbarkeit 0,01g/max. 2200g	Satorius	AX2202
Infrarot-Oberflächen- Thermometer	IR 260-8S	VOLTCRAFT	unbekannt
<b><u>Material:</u></b>	<b>Name laut Hersteller</b>	<b>Hersteller</b>	<b>Artikel-Nr.</b>
Sterile Stomacher- Beutel	BagFilterP Beutel mit seitlichem Vliesfilter 400 ml	Interscience	111 425
Halmpipettespitzen	Nicht gegeben	Socorex	313.1119.40
Pipettenspitzen (1000 µl)	Nicht gegeben	Brand	732212
Pipettenspitzen (100 µl)	Nicht gegeben	Brand	732208
Sterile Einmal- Impfösen 10 µl	Nicht gegeben	Labsolute	7696430
Stomachbeutelhalter	BagOpen Beutelöffner und - halter 400 ml	Interscience	211 040
Reagenzglasänder	Nicht gegeben	unbekannt	unbekannt
Aluminiumfolie	Nicht gegeben	unbekannt	unbekannt

Frischhaltefolie	Nicht gegeben	unbekannt	unbekannt
Brotdose	Nicht gegeben	Tupperware ®	unbekannt
Bienenwachstücher	Nicht gegeben	beeskin GmbH	unbekannt

<b><u>Nährmedien:</u></b>	<b>Hersteller</b>	<b>Artikel-Nr.</b>
Plate-Count Agarplatten	VWR Chemicals	100774ZAMP
Violet Red-Bile-Dextrose Agarplatten	VWR Chemicals	101203ZAMP
Sabouraud Agarplatten	ServoPlate	C3 10413
Plate-Count-Agarplatten (25 cm <sup>2</sup> )	VWR Chemicals	140774ZI
90 ml (gepufferte) Peptonlösung	VWR Chemicals	310173ZA
Röhrchen mit jeweils 9 ml (gepufferte) Peptonlösung	VWR Chemicals	610173ZAMP

## Anhang D: Mikrobiologischer Untersuchungsbericht für das Tropfplattenverfahren

Die erfassten Temperaturen der Oberflächen, der Lebensmittelproben wurden mit dem Infrarot-Oberflächen-Thermometer erfasst und sind in der Tabelle 45 wiedergegeben.

**Tabelle 45:** Anhang D: Erfasste Temperaturen der Oberflächen, der Lebensmittelproben

<b>Verpackungsproben:</b>	<b>Gemessene Temperaturen in °C:</b>
B (Neu)	23,9
B (GER)	23,9
B (GEF)	23,7
AL	23,5
FR	23,7
BR	23,9

Die gezählten Kolonien des Tropfplattenverfahrens sind im Folgenden gelistet (siehe Tabelle 46, 47 und 48).

### **Gezählte Kolonien der Plate-Count-Agarplatten (PCA):**

**Tabelle 46:** Anhang D: Gezählte Kolonien der PC- Agarplatten

Verdünnungsstufen	Gezählte Kolonien der jeweiligen Verpackungsprobe					
	B (Neu)	B (GER)	B (GEF)	AL	FR	BR
$10^{-1}$	95	>100	>100	40	>100	1
$10^{-2}$	33	>100	52	5	98	22
$10^{-3}$	3	18	11	0	53	2
$10^{-4}$	1	4	1	0	0	94
$10^{-5}$	0	1	0	0	0	1
$10^{-6}$	0	2	0	0	0	0

**Gezählte Kolonien der Sabouraud-Agarplatten (SDA):****Tabelle 47:** Anhang D: Gezählte Kolonien der SD- Agarplatten

Verdünnungsstufen	Gezählte Kolonien der jeweiligen Verpackungsprobe					
	B (Neu)	B (GER)	B (GEF)	AL	FR	BR
$10^{-1}$	94	>100	>100	>100	>100	>100
$10^{-2}$	10	>100	>100	40	>100	>100
$10^{-3}$	1	>100	>100	6	>100	>100
$10^{-4}$	1	54	>100	0	53	25
$10^{-5}$	6	8	14	0	7	1
$10^{-6}$	0	0	2	0	0	0

**Gezählte Kolonien der Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose-Agarplatten (VRBG):****Tabelle 48:** Anhang D: Gezählte Kolonien der VRBG- Agarplatten

Verdünnungsstufen	Gezählte Kolonien der jeweiligen Verpackungsprobe					
	B (Neu)	B (GER)	B (GEF)	AL	FR	BR
$10^{-1}$	>100	27	1	0	>100	0
$10^{-2}$	1	5	0	0	39	1
$10^{-3}$	0	0	0	0	2	0
$10^{-4}$	0	0	0	0	3	0
$10^{-5}$	0	0	0	0	0	0
$10^{-6}$	0	0	0	0	0	0

Im Folgenden sind die Optiken der Kolonien aller Agarplatten des Tropfplattenverfahrens wiedergegeben (siehe Tabelle 49, 50 und 51).

**Optik der Kolonien auf den PC-Agarplatten des Tropfplattenverfahrens:**

**Tabelle 49:** Optik der Kolonien des Tropfplattenverfahrens, der PC- Agarplatten

<b>Verpackungsproben:</b>	<b>Optik:</b>
Bienenwachstuch (neu)	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 1 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Bienenwachstuch (richtig gereinigt)	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 1 cm Form: Rund Rand: Einige glatt, andere geriffelt Oberfläche: Glatt
Bienenwachstuch (falsch gereinigt)	Farbe: Gelb Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 1 cm Form: Einige rund, andere länglich Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Aluminiumfolie	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 - 0,3 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Frischhaltefolie	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,5 – 1 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Brotdose	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 2 cm Form: Einige Rund, andere nicht definierbar Rand: Einige glatt, andere geriffelt Oberfläche: Einige glatt, andere geriffelt

### Optik der Kolonien auf den SD-Agarplatten:

**Tabelle 50:** Optik der Kolonien des Tropfplattenverfahrens, der SD- Agarplatten

<b>Verpackungsproben:</b>	<b>Optik:</b>
Bienenwachstuch (neu)	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Bienenwachstuch (richtig gereinigt)	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 1,5 cm Form: Rund Rand: Einige glatt, andere geriffelt Oberfläche: Glatt
Bienenwachstuch (falsch gereinigt)	Farbe: Gelb Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 0,5 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Aluminiumfolie	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 - 0,5 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Frischhaltefolie	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 0,5 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Brotdose	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 1 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt

### Optik der Kolonien auf den VRBG-Agarplatten:

**Tabelle 51:** Optik der Kolonien des Tropfplattenverfahrens, der VRBG- Agarplatten

<b>Verpackungsproben:</b>	<b>Optik:</b>
Bienenwachstuch (neu)	Farbe: Rötlich-weiß Größe/Durchmesser: ca. 1 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt, in der Mitte geriffelt
Bienenwachstuch (richtig gereinigt)	Farbe: Rot- lila Größe/Durchmesser: ca. 0,1 – 4 cm Form: Rund Rand: Einige glatt, andere geriffelt Oberfläche: Einige glatt, andere geriffelt
Bienenwachstuch (falsch gereinigt)	Farbe: Lila-weißlich Größe/Durchmesser: ca. 0,2 cm Form: Rund Rand: Glatt Oberfläche: Glatt
Aluminiumfolie	Es sind keine Kolonien gewachsen
Frischhaltefolie	Farbe: Lila-rosa Größe/Durchmesser: ca. 0,2 – 1 cm Form: Rund Rand: Einige glatt, andere geriffelt Oberfläche: Einige glatt, andere geriffelt
Brotdose	Farbe: Gelb-weißlich Größe/Durchmesser: 0,1 – 2 cm Form: Rund/ andere nicht definierbar Rand: Einige glatt, andere geriffelt Oberfläche: Einige glatt, andere geriffelt

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, welche mich in meiner Arbeit unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein Dank Frau Prof. Dr. Katharina Riehn, die meine Bachelorarbeit betreut hat, welche für sämtliche Fragen offenstand, mich mit dem Thema der Arbeit inspiriert hat und mich in den Laborversuchen begleitet und unterstützt hat.

Ein besonderer Dank gilt allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern meiner Befragung, welche zum Teil meiner wissenschaftlichen Arbeit, durch die Teilnahme an der Umfrage, beigetragen haben.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinem Freund und Partner Odin Reiter sowie auch bei meiner Familie bedanken, die mich mit viel Geduld, Hilfsbereitschaft und guten Worten unterstützt und motiviert haben.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

---

Datum und Unterschrift