

BACHELORARBEIT

**Analyse des mikrobiologischen Zustands
von verzehrfertigen Salaten aus dem
Lebensmitteleinzelhandel:
Eine Untersuchung von vorgeschnittenen
Salaten in Plastikverpackungen und Salaten
aus Bedientheken**

vorgelegt am 28.08.2024

Sophie Jünemann – XXXXXXXXXX

1. Prüfer: Prof. Dr. Katharina Riehn
2. Prüfer: Christina Krabbe

**HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN HAMBURG**

Fakultät Life Sciences, Department Ökotoxikologie
Ulmenliet 20
21033 Hamburg

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
Zusammenfassung	1
Abstract	2
1 Einleitung	3
2 Theoretischer Hintergrund.....	5
2.1 Richt- und Warnwerte.....	7
2.2 Beschreibung der Mikroorganismen.....	8
2.2.1 Gesamtkeimzahl.....	10
2.2.2 Enterobakterien.....	11
2.2.3 Hefen und Schimmelpilze.....	11
2.2.4 E-coli.....	12
2.2.5 Bacillus cereus	13
2.2.6 Salmonellen	14
3 Methodik.....	16
3.1 Auswahl der Stichprobe (Salate)	16
3.2 Durchführung der Untersuchungen.....	17
3.2.1 Untersuchung auf GKZ, Hefen, Schimmelpilze und Enterobakterien	18
3.2.2 Untersuchung auf präsumtive Bacillus cereus und E. coli:	20
3.2.3 Untersuchung auf präsumtive Salmonella:	20
3.2.4 Untersuchung der Salate in gewaschenem Zustand.....	21
3.3 Auswahl der Stichprobe (Umfrage)	22
3.4 Durchführung der Umfrage.....	23
3.5 Datenerhebung und -analyse.....	23
4 Ergebnisse.....	24
4.1 Allgemeiner Überblick über die Ergebnisse	24
4.2 Mikrobiologische Ergebnisse von VAS in Abhängigkeit vom Waschzustand	24
4.3 Mikrobiologische Ergebnisse von VAS in Abhängigkeit vom MHD	25
4.4 Mikrobiologische Ergebnisse von Salaten aus Bedientheken	26
4.5 Vergleich der Ergebnisse	26
4.6 Umfrageergebnisse	28
5 Diskussion und Interpretation.....	31
5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	31

5.2	Interpretation.....	32
5.2.1	Umfrage zum Allgemeinwissen über die Keimbelastung von VAS/BTS.....	32
5.2.2	Salate in Abhängigkeit vom MHD	32
5.2.3	Salate in Abhängigkeit vom Waschzustand.....	33
5.2.4	Salate aus Bedientheken	34
5.3	Empfehlungen	35
5.4	Limitation.....	36
6	Schlussfolgerung	37
6.1	Fazit.....	37
6.2	Ausblick	37
	Literaturverzeichnis.....	38
	Anhang	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Richt- und Warnwerte der DGHM	8
Tabelle 2 – Übersicht der Enterobakterien und Bacillus cereus.....	9
Tabelle 3 – Übersicht der untersuchten Bakterien E. coli und Salmonellen	10
Tabelle 4 – Supermärkte, Marken und Sorten der Proben	16
Tabelle 5 – Übersicht Salatproben im Einzelhandel	17
Tabelle 6 – Altersverteilung der Umfrageteilnehmer.....	22
Tabelle 7 – YOPI-Zugehörigkeit der Umfrageteilnehmer	22
Tabelle 8 – VAS – Kurze RLZ (0 bis 2 Tage)	26
Tabelle 9 – VAS – Lange RLZ (3 bis 6 Tage)	26
Tabelle 10 – VAS – Betrachtung Waschzustand (ohne MHD-Betrachtung).....	27
Tabelle 11 – VAS – Betrachtung MHD – RLZ.....	27
Tabelle 12 – Vergleich VAS-BTS.....	28
Tabelle 13 – Umfrageergebnisse	29

Abkürzungsverzeichnis

∅	Mittelwert
°C	Grad Celsius
µl	Mikroliter
10 ⁻¹ bis 10 ⁻⁶	Verdünnungsstufen 1 bis 6
a _w	Wasseraktivität
B. cereus	Bacillus Cereus
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BTS	Salate aus der Bedientheke (Bedientheken-Salate)
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
DGHM	Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie
DIN	Deutsches Institut für Normung
E. coli	Escherichia coli
EAEC	Enteropathogene E. coli
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EG	Europäische Gemeinschaft
EHEC	Enterohämorrhagische E. coli
EIEC	Enteroinvasive E. coli
EN	Europäische Norm
EPEC	Enteropathogene E. coli
ETEC	Enterotoxische E. coli
EU	Europäische Union
g	Gramm
GKZ	Gesamtkeimzahl
HUS	Hämolytisch-urämisches Syndrom
IfSG	Infektionsschutzgesetz
ISO	International Organization for Standardization
KbE/g	kolonienbildende Einheiten pro Gramm
LAV	Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz
LAVES	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
MAP-Verpackung	Modified Atmosphere Packaging
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
Mind.	Mindestens
ml	Milliliter
MRI	Max Rubner-Institut
MYP-Agar	Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar
MZ-Agar	Malt-Extract Agar
PC-Agar	Plate-Count Agar
pH	Pondus Hydrogenii (Gewicht des Wasserstoffs)
RLZ	Restlaufzeit
STEC	Shigatoxin bildende Escherichia coli
TBX-Agar	Tryptone Bile X-glucuronide-Agar
VAS	Verzehrferdige, angepackte Salate aus dem Lebensmitteleinzelhandel
VO	Verordnung
VRBD-Agar	Violet Red Bile Glucose Agar
XLD-Agar	Xylose Lysine Deoxycholate Agar
YOPI	Young, Old, Pregnant, Immunosuppressed

Zusammenfassung

Vorgeschnittene, verzehrfertige Salate bieten viele Vorteile und sind bei Verbrauchern beliebt. Trotz der Vorteile bergen sie mikrobiologische Risiken, da die Schnittkanten den natürlichen Schutz der Salate verletzen, wodurch sie anfälliger für Keime werden. Studien der vergangenen Jahre weisen auf eine unzureichende mikrobiologische Qualität verzehrfertiger Salate hin und es werden nicht selten krankmachende Keime gefunden, die insbesondere für vulnerable Personengruppen gesundheitsgefährdend sein können. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, die mikrobiologische Qualität verzehrfertiger Salate in Abhängigkeit verschiedener Faktoren (Waschzustand und Mindesthaltbarkeitsdatum) zu bewerten. Eine Umfrage bezüglich des Allgemeinwissens über mögliche Keimbelastungen ergänzt die Arbeit. Um die Forschungsfrage zu beantworten, werden Salatproben aus dem Einzelhandel genommen und mittels Spatelverfahren auf Mikroorganismen untersucht. Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine hohe Keimbelastung der Salate und ein moderates Allgemeinwissen über mögliche Gesundheitsrisiken. Die Richt- und Warnwerte der DGHM werden teilweise stark überschritten. Salate mit kurzer Restlaufzeit weisen eine höhere Keimbelastung auf. Ebenso werden in ihnen präsumtive Salmonellen nachgewiesen. Der Waschgang zeigt eine signifikante Reduktion der Keime, wobei jedoch nicht alle entfernt werden können und auch im gewaschenen Salat noch präsumtive Salmonellen nachgewiesen werden. Salate aus der Bedientheke weisen eine höhere Keimbelastung auf als Verpackte. Die Ergebnisse verdeutlichen die mikrobiellen Risiken verzehrfertiger Salate und vulnerablen Personen sei geraten, diese Salatvarianten nur mit langer Restlaufzeit (größer 3 Tage) und in gut gewaschenem Zustand zu verzehren. Weiterführende Arbeiten könnten eine größere Stichprobe untersuchen, um die Einflussfaktoren genauer zu analysieren. Zudem wären genauere Bestimmungen der Bakterien wichtig, um die Pathogenität und damit verbundenen Risiken für Verbraucher zu identifizieren.

Abstract

Pre-cut, ready-to-eat salads offer many advantages and are popular among consumers. Despite the benefits, they carry microbiological risks, as the cut edges damage the natural protection of the lettuce, making it more vulnerable to germs. Studies in recent years have shown that the microbiological quality of ready-to-eat salads is inadequate and pathogenic microorganisms are often found, which can pose a health risk, especially for vulnerable groups of people. The aim of this study is to evaluate the microbiological quality of ready-to-eat salads in relation to various factors (washing condition and best-before date). A survey regarding general knowledge about possible microbial contamination completes the study. In order to answer the research question, salad samples are taken from retail stores and analysed for microorganisms using the spatula method. The results show an overall high microbial load in the salads and a moderate level of general knowledge about possible health risks. In some cases, the guideline and warning values of the DGHM were greatly exceeded. Salads with a short remaining shelf life have a higher bacterial load. Presumptive salmonella is also detected in them. The wash cycle shows a significant reduction in germs, although not all of them can be removed and presumptive salmonella is still detected in the washed salad. Salads from the self service counter have a higher bacterial load than packaged salads. The results emphasise the microbial risks of ready-to-eat salads and vulnerable people are advised to consume these salad varieties only with a long remaining shelf life (more than 3 days) and in a well-washed condition. Further work could examine a larger sample in order to analyse the influencing factors more precisely. In addition, more precise determinations of the bacteria would be important in order to identify the pathogenicity and associated risks for consumers.

1 Einleitung

Laut einer Umfrage von Statista gaben im Jahr 2021 63,76 % der Befragten an, bereits fertigen Salat gekauft zu haben (Statista, 2021). In einer weiteren Umfrage von Statista aus dem Jahr 2023 gaben 37 % der Befragten an, dass sie am häufigsten vorgeschnittene Blattsalate kaufen, sogar häufiger als vorgeschnittenes Obst oder Obstsalat. 24 % der Befragten kaufen am häufigsten vorgeschnittenes rohes Gemüse (Statista, 2023). Die Ergebnisse verdeutlichen, dass vorgeschnittene Salate im Trend liegen und bei Verbrauchern beliebt sind.

Dafür sprechen zahlreiche ihrer Vorteile, zum Beispiel Zeitersparnis und Bequemlichkeit. Zudem bieten diese Salate eine Vielfalt an Salatsorten in einer Packung und sind in verschiedenen Größen erhältlich, die an den jeweiligen Bedarf oder die Lebenssituation (z. B. eine extra große Verpackung für Familien) angepasst sind.

Trotz dieser Vorteile bergen verzehrfertige Salate auch mikrobiologische Risiken. Durch das Vorschneiden der Salate besteht im Vergleich zu ungeschnittenen Salaten eine höhere Gefahr der Keimbelastung. Die Schnittkanten verletzen den natürlichen Schutz der Salate, wodurch sie anfälliger für Keime werden. Der aus den Schnittkanten austretende Zellsaft bietet Nahrung für diese Keime. Die Plastikverpackungen fördern Feuchtigkeit und damit das Wachstum von Bakterienkolonien. Keime können durch verschiedene Eintragswege wie Ernte oder Weiterverarbeitung in den Salat gelangen. Pathogene Keime, die Krankheiten verursachen können, stellen dabei ein besonderes Risiko dar. Besonders gefährdet sind Personen der YOPI-Gruppe (Young, Old, Pregnant, Immunsuppressed). (Stiftung Warentest, 2013)

Diese Personen sind aufgrund eines geschwächten Immunsystems anfälliger für Bakterien und deren Toxine (Krämer & Prange, 2023, S. 34 f.). Doch auch für gesunde Verbraucher ist eine Gesundheitsgefährdung nicht auszuschließen.

2021 wurden in einem Zoonosen-Monitoring der amtlichen Lebensmittel- und Veterinärüberwachung über 400 Fertigsalate untersucht. In fast 47 % der Proben wurden präsumtive *Bacillus cereus* (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), 2022, S. 76) und in 1,9 % Shigatoxin bildende *Escherichia coli* (STEC-Bakterien) nachgewiesen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), 2022, S. 30). Auch Listerien wurden in den verzehrfertigen Salaten gefunden (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), 2022, S. 75). Laut der Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz (LAV) ist abgepackter Salat nicht uneingeschränkt gesund und Menschen mit einem geschwächten Immunsystem sollten keinen verzehrfertigen, abgepackten Salat essen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), 2022).

Auch das Max-Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, stuft die mikrobiologische Qualität von verzehrfertigen Mischsalaten nach einem dreijährigen Projekt als ungenügend ein. Sie hätten den höchsten Anteil an humanpathogenen Bakterien im Vergleich

zu anderen untersuchten Produkten in der Studie. (Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, 2018, S. 1)

Stiftung Warentest hat im Jahr 2023, 19 Mischsalate aus dem Einzelhandel auf ihre mikrobiologische Qualität untersucht. Kein Salat bekam eine gute Bewertung, 10 Proben ein „befriedigend“, die restlichen Proben schnitten noch schlechter ab. Es wurden keine humanpathogenen Bakterien wie Salmonellen gefunden, jedoch wurden die Richtwerte für die Gesamtkeimzahlen sowie die für Hefen von einigen Proben stark überschritten. Das Fazit lautete, verzehrfertiger, vorgeschnittener Salat sei so empfindlich wie Hackfleisch und sollte von Personen der YOPI-Gruppe nicht verzehrt werden. (Stiftung Warentest, 2013)

Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung mikrobiologischer Untersuchungen von abgepackten, verzehrfertigen Salaten sowie Verbraucherhinweise zur möglichen Keimreduzierung.

Diese Arbeit untersucht, ob und in welchem Ausmaß die Keimzahlen durch Waschen reduziert werden können. Außerdem wird untersucht, ob das Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) den mikrobiologischen Zustand der Salate beeinflusst. Auch Salate aus Bedientheken werden hinsichtlich ihres mikrobiologischen Risikos untersucht, da sie durch unsachgemäße Hygiene oder Luftzirkulation kontaminiert werden können.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Zustand verzehrfertiger Salate in Abhängigkeit von Waschzustand und MHD zu bewerten und einen Vergleich zwischen verzehrfertigen, abgepackten Salaten (VAS) und Salaten aus Bedientheken (BTS) durchzuführen. Eine Umfrage soll zusätzlich das allgemeine Wissen über mögliche Keimbelastungen von verzehrfertigen Salaten erfassen. Das übergeordnete Ziel besteht darin, Empfehlungen auszusprechen, die auf den Ergebnissen der Untersuchungen basieren. Dies beinhaltet mögliche Risiken für den Verzehr von den genannten Salaten, insbesondere für die YOPI-Gruppe sowie Verzehrempfehlungen, um die Verbrauchersicherheit zu gewährleisten.

Die Hypothesen dieser Arbeit lauten, dass der Waschzustand die Keimbelastung reduziert und dass verzehrfertige, abgepackte Salate mit kurzer Restlaufzeit stärker mit Keimen belastet sind als solche mit längerer Restlaufzeit. Zudem wird vermutet, dass die Richt- und Warnwerte der DGHM nicht vollständig eingehalten werden und somit eine Gesundheitsgefährdung für Personen der YOPI-Gruppe nicht ausgeschlossen werden kann. Salate aus Bedientheken werden voraussichtlich eine höhere Keimbelastung aufweisen als abgepackte verzehrfertige Salate, da sie ungeschützt präsentiert werden und durch unhygienische Handhabung kontaminiert werden können.

Die Untersuchung der Keimbelastung erfolgt durch das Spatelverfahren und wird in Anlehnung an die spezifischen Normen durchgeführt. Eine ergänzende Umfrage, die über drei Wochen läuft, wird über verschiedene Kanäle verteilt und mittels Pivot-Tabellen in Excel ausgewertet.

2 Theoretischer Hintergrund

Vorgeschnittene, verzehrfertige, abgepackte Salate (VAS) gehören zu den leicht verderblichen Lebensmitteln. Der natürliche Schutz des Salats wird durch das Schneiden zerstört. Der dabei austretende Pflanzensaft ernährt vorhandenen Bakterien und das feuchte Milieu in der Verpackung beschleunigt das Wachstum der Bakterien. Beispiele für Mikroorganismen, die man auf VAS findet, sind Listerien, Salmonellen, präsumtive *Bacillus cereus* oder auch Hefen und Schimmelpilze. (LAVES, 2020)

Bei dieser mikrobiologischen Betrachtung wird zwischen den pathogen-wirkenden Bakterien, den obligat pathogenen Keimen sowie den Indikatorkeimen unterschieden.

Salmonellen oder Shigellen gehören nicht zur normalen Darmflora und zählen daher zu den obligat pathogenen Keimen. Viele Enterobakterien wie *Citrobacter* (*C. freundii*) oder *Escherichia coli* kommen dagegen auch im gesunden Darm vor und gehören zu den fakultativ pathogenen Keimen. (Krämer & Prange, 2023, S. 38)

Indikatorkeime, die für eine mangelnde Hygiene sprechen, sind zum Beispiel Hefen und Schimmelpilze sowie eine erhöhte Gesamtkeimzahl (GKZ) und präsumtive *Bacillus cereus* Bakterien (LAVES, 2020). Coliforme Bakterien wie einige Vertreter der Enterobakterien (z.B. *Escherichia coli*) gelten als Indikator für fäkale Verunreinigungen (Krämer & Prange, 2023, S. 52). Die Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) hat für die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, *Escherichia coli*, Hefen, Schimmelpilze, präsumtive *Bacillus cereus*, *Salmonella* sowie *Listeria monocytogenes* Richt- und Warnwerte definiert.

Im Falle einer Lebensmittelvergiftung beeinflusst die Abwehrlage des Menschen den Erkrankungsverlauf. Personen, die empfänglicher für Krankheitserreger und einen schwereren Verlauf sind, sind Kinder unter 6 Jahren (young), Erwachsene über 60 Jahre (old), Schwangere (pregnant) und Personen, die durch Krankheit oder Medikamenteneinnahme ein geschwächtes Immunsystem haben (Immunocompromised). Diese Personen werden unter dem Begriff „YOPI“ zusammengefasst. Sie sind besonders anfällig für opportunistische Erreger, die nur unter bestimmten Voraussetzungen pathogen wirken. Hierzu gehören zum Beispiel *Escherichia coli*. Bei immunkompetenten Personen ist eine Erkrankung meistens weniger ausgeprägt. (Krämer & Prange, 2023, S. 35)

Durch die Verwendung von Antibiotika in der Fleischproduktion sind einige Zoonose-Bakterien wie z. B. Vertreter der Salmonellen-Gattung resistent gegenüber Antibiotika, was die Behandlung einer Infektion bei einem Menschen erschweren kann (Weber, 2010, S. 237).

Es gibt verschiedene Arten von Lebensmittelvergiftungen. Es ist lediglich ein Überbegriff für Erkrankungen, die durch die Aufnahme von Lebensmitteln ausgelöst werden (Weber, 2010, S. 235). Zum einen gibt es die Lebensmittelinfektion, die Lebensmittelintoxikation sowie die Toxi-Infektion (Weber, 2010, S. 238). Bei der Lebensmittelinfektion dringen invasive Mikroorganismen ins menschliche Gewebe ein und breiten sich dort aus. Sobald sie im Lebensmittel sind, vermehren sie sich nicht mehr, bleiben jedoch infektiös (Krämer & Prange, 2023, S. 33). Hierbei hängt der

Krankheitsverlauf vom Wirt und dessen Immunabwehr ab. Die Lebensmittelinfektion kann unentdeckt und symptomlos bleiben, wenn die Immunabwehr gut ist. Bei Personen der YOPI-Gruppe können schwere Krankheiten hervorgerufen werden (Weber, 2010, S. 238).

Eine Lebensmittelintoxikation wird durch Toxin-bildende Mikroorganismen ausgelöst. Sobald sie ins Lebensmittel gelangen, vermehren sie sich meistens und bilden dort oder im Wirt die bakteriellen Toxine. Beispiele sind die gebildeten Mykotoxine von Schimmelpilzen oder Enterotoxine von *Staphylococcus aureus* oder *Escherichia coli* (Krämer & Prange, 2023, S. 33 f.). Auch ohne die Anwesenheit der lebenden pathogenen Bakterien können die Toxine Intoxikationen beim Wirt hervorrufen (Weber, 2010, S. 238).

Eine Toxi-Infektion ist eine Kombination aus Infektion und Intoxikation. Hierbei dringen Bakterien in den Körper ein, vermehren sich und bilden Toxine wie beispielsweise Shigellen oder enteropathogene *Escherichia coli* (EPEC). (Krämer & Prange, 2023, S. 34)

Die Fähigkeit von Mikroorganismen infektiös zu bleiben oder sich im Lebensmittel zu vermehren ist ein wichtiger Faktor für das Hervorrufen einer Vergiftung. Ebenso sind die Toxizität, die Invasivität, eine ausreichende Infektionsdosis sowie die Abwehrlage des Wirts und die Art des Lebensmittels wichtige Faktoren für das Entstehen einer Lebensmittelvergiftung. (Krämer & Prange, 2023, S. 23-33)

Bezüglich der Kontaminationsquellen unterscheidet man zwischen primärer und sekundärer Quelle. Ein primärer Kontaminationsweg von Mikroorganismen in einen Salat ist der Eintrag vor oder während der Ernte. Ein sekundärer Eintragsweg geschieht, nachdem der Salat geerntet wurde, bei der Verarbeitung oder Lagerung. Auch menschliche Haare oder offene Wunden können kontaminieren. (Krämer & Prange, 2023, S. 31 f.) Beispielsweise können Haare durch Luftzirkulation in die offenen Salatbehälter einer Salatbedientheke gelangen.

Hauptsächlich finden Kontaminationen durch infiziertes Personal, Kreuzkontamination oder durch die Verwendung einer kontaminierten Zutat ohne weitere Erhitzung statt. Im Wesentlichen vermehren sich Bakterien durch unzureichende Erhitzung oder Kühlung, was auf einen unzureichenden Hygieneplan bzw. ein HACCP-Konzept hinweist. (Krämer & Prange, 2023, S. 31 f.)

Das Einhalten der Kühlkette bei kühlpflichtigen Lebensmitteln ist essenziell. Die Kühlung kann die Vermehrung von Mikroorganismen hemmen (Weber, 2010, S. 417).

Leichtverderbliche Lebensmittel wie verzehrfertige, abgepackte Salate können durchs Kühlen länger aufbewahrt werden. Auch während der Lagerung oder des Transports ist eine Kühlung wichtig, damit sich Keime nicht vermehren und die Qualität des Salats erhalten bleibt. Bis zum Verzehr sollte dieser so kalt wie möglich gelagert werden. (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2023, S. 1)

Neben der Kühlung empfiehlt Stiftung Warentest VAS nur gelegentlich zu verzehren, den Salat einige Tage vor dem Verbrauchsdatum aufzubrauchen und den Salat vor dem Verzehr gründlich zu waschen (Stiftung Warentest, 2013). Auch das LAVES empfiehlt gründliches Waschen von

verzehrfertigen Salaten, auch wenn auf der Verpackung steht, er sei schon gewaschen. . Der Waschgang kann die Keimzahlen reduzieren. (LAVES, 2020)

Laut einer Untersuchung von Gregor Fiedler vom Max-Rubner-Institut aus dem Jahr 2021 zeigt das Waschen eine moderate Wirksamkeit mit einer Reduktion von Mikroorganismen wie der Gesamtkeimzahl oder Schimmelpilzen. Jedoch könnten Bakterien durch das Wasserbad auch verteilt werden und auf andere Teile wie der Schnittkante des Salats gelangen. (Fiedler G. , 2021, S. 115)

Neben der Kühlung beeinflusst auch die Verpackung des Salats die mikrobiologische Qualität. Laut der Verpackungsinformationen handelt es sich bei den meisten Salatverpackungen um MAP-Verpackungen (Modified Atmosphere Packaging).

Hierbei wird dem Verpackungsinhalt Sauerstoff entzogen und Stickstoff und/oder Kohlendioxid hinzugegeben. Hierdurch wird das Wachstum von aeroben Mikroorganismen gehemmt und Kohlendioxid wirkt antimikrobiell. (Weber, 2010, S. 489-491)

Salat aus der Bedientheke (BTS) kann, wie VAS, ebenso mit Mikroorganismen belastet sein. Bei den in dieser Arbeit untersuchten Salaten aus der Theke handelt es sich ebenfalls um vorgeschnittenes, verzehrfertiges Blattgemüse. Äußerlich und laut der Zutaten unterscheidet sich der Salat aus der Bedientheke von Edeka nicht von dem VAS aus dem Kühlregal der Marke NICO Frisch. Da die Thekensalate in Gastronorm-Behältern und nicht im Folienbeutel liegen, vermehren sich die Mikroorganismen nicht aufgrund des feuchten Milieus im Beutel. Die Salate bei Edeka liegen ohne Schutzglas in der Theke. Es gibt es keinen Schutz vor äußerlichen Eintragungswegen und die Salate sind vor Staub, Haaren und den darin enthaltenden Mikroorganismen nicht geschützt.

Neben den Richt- und Warnwerten der DGHM gelten die mikrobiologischen Kriterien aus der Verordnung (EG) 2073/2005 für alle Lebensmittelhersteller (Weber, 2010, S. 561). Es sind, wie von der DGHM, Toleranz- und Grenzwerte für Mikroorganismen in Lebensmittelgruppen festgelegt, welche aber im Gegensatz zu den Werten der DGHM verpflichtend einzuhalten sind. Ein gutes HACCP-System sowie eine ausreichende Betriebshygiene sollen sicherstellen, dass Lebensmittel wie VAS und BTS von guter mikrobiologischer Qualität sind (Weber, 2010, S. 611).

2.1 Richt- und Warnwerte

Um die Lebensmittelsicherheit von verzehrfertigen Salaten zu gewährleisten, wurden von der DGHM Richt- und Warnwerte veröffentlicht, die rechtlich zwar nicht bindend sind, aber als Empfehlung gelten. Neben diesen Empfehlungen gibt es die Verordnung (Europäische Gemeinschaft) (EG) Nr. 2073/2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), 2018)

Hier werden Kriterien und Grenzwerte für Mikroorganismen / pathogene Bakterien in verschiedenen Lebensmittelgruppen festgelegt, einschließlich vorgeschnittenem, verzehrfertigem Gemüse. Die Grenzwerte der Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 sind rechtlich bindend und gelten für Lebensmittelunternehmer in der Europäischen Union (EU). Sie sind nicht identisch mit denen der DGHM.

Der Richtwert (Guidance Values) gibt an, bis zu welchem Niveau die Gehalte an Mikroorganismen in den jeweiligen Produktgruppen akzeptabel sind (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), 2018). Der Richtwert kann auch als Toleranzwert angesehen werden (Weber, 2010, S. 643). Wird der Richtwert eingehalten, deutet das auf eine gute Hygiene- und Herstellungspraxis hin (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), 2018). Unter dem Richtwert befindet sich der Sollbereich (Weber, 2010, S. 643). Wird der Richtwert nicht eingehalten, weist dies auf Schwachstellen in der Hygiene- und Herstellungspraxis hin (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), 2018). Der Richtwert der DGHM ist sinnverwandt mit dem Wert „m“ aus der VO (EG) Nr. 2073/2005 (Weber, 2010, S. 643).

Der Warnwert (Critical Values) ist ein Grenzwert, dessen Überschreitung auf eine unzureichende Hygiene- und Herstellungspraxis oder eine zu lang bemessene Haltbarkeit hinweist (vgl. Tabelle 1). Wird der Warnwert von pathogenen Mikroorganismen überschritten, kann eine Gesundheitsgefährdung für den Verbraucher nicht ausgeschlossen werden. (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), 2018) Der Warnwert der DGHM ist sinnverwandt mit dem Wert „M“ aus der VO (EG) Nr. 2073/2005 (Weber, 2010, S. 643).

Tabelle 1 – Richt- und Warnwerte der DGHM

	Richtwert (KbE/g) ¹	Warnwert (KbE/g)
Aerobe mesophile Koloniezahl	$5 * 10^7$	-
Escherichia coli	$1 * 10^1$	$1 * 10^2$
Hefen	$1 * 10^5$	-
Schimmelpilze	$1 * 10^3$	$1 * 10^4$
Präsumtive Bacillus cereus	$5 * 10^2$	$1 * 10^3$
Salmonella		n.n. ² in 25 g
Enterobacteriaceae ³	$1 * 10^4$	$1 * 10^5$

modifiziert nach: Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), 2016

2.2 Beschreibung der Mikroorganismen

Die folgende Tabelle beinhaltet Informationen zu Enterobakterien, Bacillus cereus, E. coli sowie Salmonellen und dient zur Übersicht für die weitere Untersuchung und Beurteilung (vgl. Tabelle 2 und Tabelle 3).

Die Gesamtkeimzahl gibt einen allgemeinen Überblick der mikrobiellen Belastung (BAV Institut, b). Enterobakterien wie E. coli sind Indikatoren für eine fäkale Verunreinigung und schlechte hygienische Bedingungen (Krämer & Prange, 2023, S. 52). Bacillus cereus können Lebensmittelverderber sein und Toxine bilden, die zu Lebensmittelvergiftungen führen (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 1).

¹ KbE/g: Koloniebildende Einheiten pro Gramm

² n.n.: nicht nachweisbar

³ für frisches, verzehrfertiges, abgepacktes Obst

Hefen geben einen Hinweis auf Verderb (BAV Institut, 2022) und Schimmelpilze können Mykotoxine bilden die gesundheitsgefährdend sein können (BAV Institut, c). Salmonellen gehören zu den wichtigsten Erregern von Lebensmittelinfektion (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2023).

Tabelle 2 – Übersicht der Enterobakterien und Bacillus cereus

Name	Enterobakterien	Bacillus cereus
Morphologie	Stäbchen gramnegativ	Stäbchen grampositiv
Stoffwechsel	Fakultativ anaerob	Fakultativ anaerob
Resistenzmechanismen	Einige Bakterienarten: Antibiotikaresistent	Hitze, Kälte, Trockenheit, Chemische Einflüsse (z.B. Desinfektionsmittel),
Wachstumsbedingungen	> 0 °C	psychotroph, mesophil + 4 °C bis + 55 °C
Temperaturoptimum / pH-optimum / aW-optimum	Abhängig von der Gattung > 4,4 > 0,95	+ 25 °C bis + 42 °C 5,5 bis 7 > 0,92
Lebensmittel (hauptsächlich kontaminiert)	Pflanzliche sowie tierische Lebensmittel	Stärkehaltige Lebensmittel (Reis, Nudeln etc.), Milch- und Fleischprodukte, getrocknete Lebensmittel (z.B. Gewürze), verzehrfertige Gerichte die warmgehalten werden (Außer-Haus- oder Gemeinschaftsverpflegung)
Auswirkungen nach Kontamination	Enteritiden, Harnwegsinfektionen, Pneumonien, Wundinfektionen, Peritonitiden, Meningitiden, Sepsis	Emitsches Syndrom oder diarrhoeisches Syndrom
Auswirkung nach Kontamination für YOPIS	Abhängig von der Gattung	Schwere Krankheitsverläufe sind selten

Quellen: (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 7-10, 45-48, 55-56), (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2020), (BAV Institut, d), (Knoop, 2014, S. 4-6), (Suerbaum, Bockemühl, & Karch, 2012, S. 229)

Tabelle 3 – Übersicht der untersuchten Bakterien E. coli und Salmonellen

Name	E. coli	Salmonellen
Morphologie	Stäbchen gramnegativ	Stäbchen gramnegativ
Stoffwechsel	Fakultativ anaerob	Fakultativ anaerob
Resistenzmechanismen	Trocknungstolerant, säuretolerant	Säuretolerant, trocknungstolerant, Einige Serotypen: Antibiotikaresistent
Wachstumsbedingungen	psychotroph, mesophil + 6 °C bis + 48 °C	psychotroph, mesophil + 7 °C bis + 50 °C
Temperaturoptimum / pH-optimum / aW-optimum	37 °C 4,05 bis 9,0 > 0,95 bis 0,96	37 °C 4,0 bis 9,0 > 0,94
Lebensmittel (hauptsächlich kontaminiert)	Fleischprodukte, rohes Obst und Gemüse, Frischsalate, Trinkwasser, Milchprodukte (insbesondere Rohmilch)	Tierische Lebensmittel (Fleisch, Eier, Milch), pflanzliche Lebensmittel (durch Gülle kontaminiert)
Auswirkungen nach Kontamination	Magen-Darm-Grippe (hauptsächlich Diarrhoe), Sepsis, Meningitis, Reisediarrhoe, Wundinfektion, Harnwegsinfektion, ruhrartige Enterokolitis, hämorrhagische Kolitis	Nicht-typhusartig: Salmonellose (Fieber, Bauchschmerzen, Durchfall, Übelkeit und Erbrechen) Typhusartig: Typhus
Auswirkung nach Kontamination für YOPIS	Möglich: Säuglingsenteritis (Dyspepsiecoli-Enteritis), Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)	Salmonellose mit Folgen wie Abszesse, Endokarditis, Meningitis, Pneumonie oder auch septische Arthritis

Quellen: (Weber, 2010, S. 254, 260, 249, 240), (World Health Organization (WHO), 2018a), (World Health Organization (WHO), 2018b), (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), a), (Robert Koch-Institut, 2016)

2.2.1 Gesamtkeimzahl

Die Gesamtkeimzahl (GKZ), auch bekannt als aerobe mesophile Keimzahl, zeigt an, wie viele Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen und Schimmelpilze sich bei einer Temperatur von 30 °C bis 40 °C unter aeroben Bedingungen optimal vermehren. Die GKZ ist ein wesentlicher Faktor für die Bewertung der Lebensmittelhygiene, da sie Ausschluss darüber gibt, wie stark ein Lebensmittel, wie beispielsweise Salat, mikrobiell belastet ist. (BAV Institut, a)

Aerobe mesophile Keime kommen fast überall und fast auf allen Lebensmitteln vor, mit wenigen Ausnahmen wie Vollkonserven. Je nach Art des Lebensmittels ist eine bestimmte Anzahl an Mikroorganismen normal. Wenn festgelegte Grenzwerte jedoch überschritten werden, kann dies auf unzureichende Hygienepraktiken während der Herstellung hinweisen oder als Indikator für Verderb angesehen werden. Ein erhöhter Wert der GKZ kann ebenfalls auf unzureichende Kühlung oder Erhitzung des Lebensmittels hindeuten. (BAV Institut, a)

Um eine überhöhte Keimanzahl auf Lebensmitteln zu verhindern, sind gute Hygienepraxis auf allen Herstellungsstufen, korrekte Personalhygiene während der Herstellung, die Trennung von rohen und verarbeiteten Lebensmitteln sowie die richtige Kühlung oder Erhitzung entscheidend. (BAV Institut, a)

2.2.2 Enterobakterien

Enterobakterien bezeichnet eine Familie mit vielen Gattungen gramnegativer Stäbchen. Hierzu gehören zum Beispiel *E. coli*, Klebsiellen, Salmonellen und Shigellen. Bei den Enterobakterien wird zwischen fakultativ pathogenen und obligat pathogenen Gattungen unterschieden. Die fakultativ pathogenen Bakterien sind in der physiologischen Bakterienflora des Darmtraktes von Menschen und Tieren vorhanden und können unter bestimmten Bedingungen Krankheiten verursachen. Zu dieser Gattung gehören unter anderem *Escherichia coli* oder auch *Klebsiella* Spezies. (Suerbaum, Bockemühl, & Karch, 2012, S. 229)

Die obligat pathogenen Keime wie Salmonellen und Shigellen sind keine normalen Bestandteile der Bakterienflora des Darmtraktes. Gelangen diese Keime in den Körper, verursachen sie entweder Allgemeininfektionen oder sie verbleiben im Darm und lösen dort Entzündungen aus. Zu den obligat pathogenen Keimen gehören auch darmpathogene *E. coli*, wie enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC) oder auch enteropathogene Stämme (EPEC). Diese Stämme, sowie Enteroaggregative-, Enterotoxische- und Enteroinvasive *E. coli* (EAEC, ETEC und EIEC), sind jährlich für rund 160 Millionen Durchfallerkrankungen und 1 Million Todesfälle verantwortlich. (Suerbaum, Bockemühl, & Karch, 2012, S. 229)

Enterobakterien werden im Erdboden, Wasser oder auch in Pflanzen nachgewiesen. Salmonellen, Shigellen und Stämme von *Yersinia enterocolitica* und *Escherichia coli* sind die Hauptvertreter der Enterobakterien die für Lebensmittelvergiftungen verantwortlich sind. (Krämer & Prange, 2023, S. 38)

Es gibt Enterobakterien, die resistent gegen Beta-Laktam-Antibiotika und Fluorchinolone sind, was die Behandlung einer bakteriellen Infektion beim Menschen einschränkt (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), b). Präventionsmaßnahmen zu den Enterobakterien *E. coli* sowie Salmonellen sind in den Kapiteln 2.2.4 sowie 2.2.6 beschrieben.

2.2.3 Hefen und Schimmelpilze

Hefen und Schimmelpilze sind ubiquitär in der Umwelt verbreitet und befinden sich dadurch auch auf vielen Lebensmitteln. Während Schimmelpilze in Schimmelkäse gewollt sind und Hefen bei der Herstellung von Backwaren oder alkoholischen Getränken eingesetzt werden, sind sie in manchen Lebensmitteln unerwünscht und geben einen Hinweis auf Verderb. (BAV Institut, 2022)

Ein Verzehr von Lebensmitteln, die durch Hefen verdorben sind, führt selten zu Lebensmittelvergiftungen. Sie können für Personen der YOPI-Gruppe jedoch fakultativ pathogen wirken, da das

Immunsystem dieser Gruppe geschwächt ist. Für immunkompetente Personen wirken Hefen überwiegend apathogen (S.1). (Fiedler B. , 2009, S. 1) Je nach Lebensmittelgruppe existieren spezifische Richt- und Warnwerte für Hefen- und Schimmelpilze von der DHGM (vgl. Kapitel 2.1).

Hefen und Schimmelpilze können selbst bei niedrigen Temperaturen und geringem Wassergehalt wachsen (BAV Institut, 2022). Eine erhöhte Anzahl an Hefen kann auf Hygienefehler während der Herstellung, Fehler bei der Lagerung oder ungenügende Erhitzung der Lebensmittel hinweisen. Auch in der Umgebungsluft können Hefen und Schimmelpilze vorhanden sein und sich auf Lebensmitteln ablagern. (BAV Institut, b)

Hefen wachsen bei Temperaturen zwischen 0 °C und 40 °C, in einem pH-Wert-Bereich von 1,5 bis 8,5 und einem aw-Wert von mindestens 0,80. Sie sind zudem fakultativ anaerob (BAV Institut, b).

Schimmelpilze wachsen bei Temperaturen zwischen 0 °C und 60 °C, in einem pH-Wert-Bereich von 3,0 bis 7,0 und benötigen einen aw-Wert von mindestens 0,62 bis 0,85. Sie gedeihen unter aeroben Bedingungen, können jedoch auch unter anaeroben Bedingungen Gärprozesse durchlaufen. Darüber hinaus können sie gesundheitsgefährdend sein, da einige Schimmelpilze Mykotoxine wie Patulin oder Aflatoxine bilden können. (BAV Institut, c)

Um das Wachstum von Hefen und Schimmelpilzen auf Lebensmitteln zu verhindern, sind strenge Produktions- und Personalhygiene auf allen Herstellungstufen essenziell. Die richtige Lagerung, Luftfeuchtigkeit und Temperatur sind wichtige Faktoren in diesem Zusammenhang. (BAV Institut, c)

2.2.4 E-coli

Escherichia coli, auch *E. coli* genannt, gehört zur Familie der Enterobacteriaceae (Bülte, Goll, & Scherr, 2023, S. 7) und ist ein fakultativ pathogenes Bakterium. Personen der YOPI-Gruppe sind daher besonders gefährdet, an einer Infektion zu erkranken oder schwerwiegendere Folgen wie Lungenentzündungen oder auch Bauchfellentzündungen davon zu tragen. *E. coli* kommt natürlicherweise im menschlichen sowie tierischem Darmtrakt vor und stellt für gesunde Menschen normalerweise kein Problem dar. Befinden sich *E. coli* Bakterien jedoch auf Lebensmitteln oder im Trinkwasser, spricht dies für eine fäkale Verunreinigung. Einige Stämme können intestinale Infektionen hervorrufen. (Krämer & Prange, 2023, S. 52)

Diese werden in Pathogruppen differenziert, welche sich in ihrem Virulenzspektrum und dem Ansiedlungsbereich im Intestinaltrakt unterscheiden. Die Pathogruppen, die in der Lage sind beim Menschen Magen-Darm-Erkrankungen auszulösen, werden als InPEC zusammengefasst (Intestinal pathogene *E. coli*). Hierzu gehören zum Beispiel die enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC), die das distale Ileum und das Kolon besiedeln, während die Gruppe der diffus-adhärenten *E. coli* (DAEC) den Dünndarm besiedeln (S.9). EHEC ist bei der Betrachtung der Pathogruppen hervorzuheben, denn diese Stämme exprimieren Verotoxine und können das Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)

verursachen, wofür es seit 2003 eine Meldepflicht laut dem Infektionsschutzgesetz gibt. (Bülte, Goll, & Scherr, 2023, S. 10)

Die häufigste Form ist hierbei das enteropathische EHEC-assoziierte HUS im Kindesalter. Die Folgeerkrankungen reichen von chronischer Niereninsuffizienz bis zur sekundären arteriellen Hypertonie oder Pankreasinsuffizienz. (Institut für Hygiene, o.J.)

Die darmpathogenen *E. coli* sind jährlich weltweit für Millionen Durchfallerkrankungen und Todesfälle verantwortlich. Gerade Kinder in den ersten fünf Lebensjahren sind besonders betroffen, mit einem Drittel der Fälle. (Suerbaum, Bockemühl, & Karch, 2012, S. 229)

2011 gab es in Deutschland einen EHEC-Ausbruch bei dem 3.842 Menschen erkrankten und 53 Personen starben. Laut dem BfR geht man davon aus, dass Bockshornkleesamen aus Ägypten, welche zur Sprossenproduktion genutzt wurden, dafür verantwortlich waren. (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2011, S. 14)

E. coli und auch EHEC werden oft im Darm und damit im Kot von Rindern und anderen Wiederkäuern nachgewiesen. Daher sind die Infektionsquellen nicht nur rohe oder nicht durchgegarnte tierische Lebensmittel, sondern auch mit Kot (Gülle) kontaminierte pflanzliche Lebensmittel wie Salat. Die Bakterien adaptieren sich an die Pflanzen, sodass sie Biofilme bilden und sich auch innerhalb der Pflanzen ausbreiten und vermehren können. (Bülte, Goll, & Scherr, 2023, S. 55)

Präventionsmaßnahmen sind laut der EFSA eine gute Hygiene beim Händewaschen sowie ein regelmäßiges Händewaschen, insbesondere vor und während der Lebensmittelzubereitung sowie nach dem Toilettengang oder dem Kontakt mit Nutztieren. Gemüse sollte unter fließendem Trinkwasser gründlich gewaschen werden. Zudem sollte man unterschiedliche Schneidebretter für beispielsweise Salat und Fleisch nutzen, um eine Kreuzkontamination zu verhindern. (EFSA, 2011)

2.2.5 Bacillus cereus

Bakterien der *Bacillus cereus*-Gruppe gehören mit zu den wichtigsten, lebensmittelassoziierten, bakteriellen Toxinbildnern. 2,2 % aller in der Europäischen Union registrierten lebensmittelbedingten Ausbrüche aus dem Jahr 2021 wurden durch *Bacillus cereus*-Toxine ausgelöst. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 1)

Bacillus cereus (*B. cereus*) gehört (gemäß der Klassifizierung des Bergey's Manual of Systematic Bacteriology) in die Ordnung der Bacillales und zur Familie der Bacillaceae. Die Gattung umfasst mehr als 140 Spezies, von denen einige als Präbiotika oder Probiotika genutzt werden, andere jedoch Lebensmittelverderber oder humanpathogene Erreger sind, also krankheitsverursachend für den Menschen. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 3)

Die Bakterien kommen ubiquitär in der Umwelt vor, wie zum Beispiel im Erdboden oder Staub. Durch diese weite Verteilung gelangen die Sporen auf pflanzliche Lebensmittel wie Salat. Geringe Mengen im Endprodukt durch den Eintrag von Rohmaterialien wie beispielsweise Gewürze, stellen normalerweise kein gesundheitliches Risiko dar. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 15)

Einige Vertreter der *B. cereus*-Gruppe lösen in größeren Mengen Infektionen aus, welche sich meistens in gastrointestinalen Erkrankungen äußern. Hierbei unterscheidet man zwischen dem emetischen und dem diarrhoeischen Typen. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 45)

Bei dem emetischen Syndrom handelt es sich um eine Intoxikation die bereits 30 Minuten bis 6 Stunden nach dem Verzehr zu Übelkeit, Erbrechen und Bauchschmerzen führt. Eine Toxi-Infektion erfolgt durch das diarrhoeische Syndrom, wobei 8 bis 24 Stunden nach dem Verzehr Durchfall und Bauchschmerzen auftreten. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 46-48)

Da eine Meldung laut dem Infektionsschutzgesetz nur dann nötig ist, wenn zwei oder mehr Personen sich nachweislich an der gleichen Quelle anstecken, bleiben die meisten Fälle unentdeckt. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 45)

Die Prävention von *B. cereus*-Infektionen umfasst mehrere Maßnahmen. In der Lebensmittelproduktion spielt die gründliche Reinigung und Desinfektion eine große Rolle. Um auch die Sporen abzutöten, sollten Mittel verwendet werden, die sporozid wirken. Auch Temperaturen ab 105 °C, wie bei der Sterilisation, töten Sporen sicher ab. (Messelhäuser & Ehling-Schulz, 2023, S. 55)

Verzehrfertige Speisen sollten bei über 65 °C oder unter 10 °C gehalten werden. Salate beispielsweise sollten bei unter 7 °C oder wenn möglich, unter 4 °C gekühlt werden, da sich psychrophile Vertreter der *B. cereus*-Gruppe dann nicht mehr vermehren können (S. 55-56).

2.2.6 Salmonellen

Salmonella gehören zur Ordnung der Enterobacteriales und zur Familie der Enterobacteriaceae (Stephan, Lehner, Zweifel, & Hächler, 2014, S. 13).

Diese Bakterien befinden sich häufig im Darmtrakt von Tieren, sowohl bei Warm- als auch bei Kaltblütern. Dabei verursachen sie nicht immer Krankheitssymptome und können daher unbemerkt ausgeschieden werden. (Stephan, Lehner, Zweifel, & Hächler, 2014, S. 19)

Salmonellen werden nicht nur in tierischen Produkten nachgewiesen, sondern auch in pflanzlichen Lebensmitteln und Futtermitteln. Pflanzen haben die Fähigkeit, Salmonellen durch Internalisation in ihr Inneres aufzunehmen. (Stephan, Lehner, Zweifel, & Hächler, 2014, S. 20)

In der Vergangenheit kam es zu mehreren größeren Salmonella-Ausbrüchen, bei denen hauptsächlich Ei-Produkte und andere tierische Lebensmittel im Mittelpunkt standen (Stephan, Lehner, Zweifel, & Hächler, 2014, S. 23).

Salmonelleninfektionen lassen sich laut (Stephan, Lehner, Zweifel, & Hächler, 2014, S. 23 f.) in drei Gruppen einteilen:

- a. Rekontamination genussfertiger Lebensmittel: Dies geschieht durch technologische Prozesse, Umfeldkontamination oder die Übertragung von Menschen zu Lebensmittel, beispielsweise durch Mitarbeiter in Lebensmittelbetrieben.

- b. Kontamination von Naturbelassenen, rohen und/oder genussfertigen Lebensmittel: Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Erkrankungen, die durch den Verzehr von pflanzlichen Lebensmitteln verursacht werden.
- c. Kontamination einzelner Zutaten eines Produkts: Bei dieser Gruppe handelt es sich um Kontaminationen, die durch Zutaten wie kontaminiertes Schweinefleisch in Rohwürsten oder kontaminierte Eier in Süßspeisen entstehen.

In den vergangenen Jahren hat sich die Anzahl der Salmonellosen deutlich verringert. Im Jahr 2010 wurden 26.960 Fälle registriert, während es im Jahr 2022 nur noch 11.256 waren. Salmonellen gehören zu den wichtigsten Erregern von Lebensmittelinfektionen und werden in der Regel über kontaminierte Lebensmittel übertragen. Besonders gefährdet sind Kinder sowie Personen mit geschwächtem Immunsystem. Speisen die kühlpflichtig sind, sollten unterhalb von 7 °C gelagert werden, da sich die Salmonellen dann nicht vermehren können. Auch das Einhalten von hygienischen Vorschriften (sowie der Kühlkette) während der gesamten Lebensmittelkette ist wichtig, um ein Infektionsausbruch zu verhindern. (Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), 2023)

Der direkte oder indirekte Nachweis von Salmonella-Serovaren, der auf eine akute Infektion hinweist, muss dem Gesundheitsamt gemäß § 7 Abs. 1 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) gemeldet werden. Eine Salmonellose äußert sich hauptsächlich als akute Darmentzündung mit begleitenden Symptomen. Bei älteren Menschen oder Kleinkindern können die Symptome schwerwiegender sein, und eine Dehydrierung kann stärker ausgeprägt sein. In einigen Fällen kann es zu einem septischen Verlauf mit hohem Fieber kommen. (Robert Koch-Institut, 2016)

3 Methodik

In diesem Kapitel wird die Methodik zur mikrobiologischen Analyse der Salate sowie die Durchführung der Umfrage dargelegt.

3.1 Auswahl der Stichprobe (Salate)

Der mikrobiologische Zustand von VAS wird differenziert in ungewaschenen und gewaschenen Zustand sowie hinsichtlich der RLZ, wobei sowohl eine kurze RLZ als auch eine lange RLZ untersucht wird. Im Gegensatz dazu werden Salate aus der Bedientheke (BTS) nicht nach dem Waschzustand differenziert, da diese vom Konsumenten üblicherweise nicht vor dem Verzehr gewaschen werden. Zudem ist das MHD bei BTS nicht ersichtlich.

Für die Probenahme werden die Lebensmitteleinzelhändler Rewe und Edeka ausgewählt, da diese sowohl abgepackte, verzehrfertige Salate als auch eine Bedientheke mit Salaten anbieten. In der folgenden Tabelle (vgl. Tabelle 4) sind die Märkte mit den jeweiligen Proben und Sorten aufgeführt.

Tabelle 4 – Supermärkte, Marken und Sorten der Proben

	Probe	Marke und Salatsorte
Rewe Lübecker Straße 107, 22087 Hamburg	VAS, Kurze RLZ	Marke: JA! Sorte: Eisbergsalat-Mix mit: Eisbergsalat, Endivien, Weißkohl, Karotte, Radicchio
Rewe Lübecker Straße 107, 22087 Hamburg	VAS, lange RLZ	Marke: JA! Sorte: Blattsalat-Mix mit: Endivien, Frisée, Radicchio
Rewe Lübecker Straße 107, 22087 Hamburg	BTS	Eisbergsalat
Edeka Timmer Conventstraße 8-10, 22089 Hamburg	BTS	Mischsalat mit: Endivien, Weißkohl, Möhre, Radicchio, Lollo
Edeka Timmer Conventstraße 8-10, 22089 Hamburg	VAS, Kurze RLZ	Marke: NICO FRISCH Sorte: Maxi-Mix, gemischter Salat mit: Endivien, Weißkohl, Möhre, Radicchio, Lollo
Edeka Timmer Conventstraße 8-10, 22089 Hamburg	VAS, lange RLZ	Marke: Florette Sorte: Roter Kopfsalat

Quelle: Eigene Darstellung

Beim Kauf der Salatproben werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Eine Mindestmenge von 80 g bis 100 g pro Probe.
- Die Temperatur des Kühlschranks bzw. der Salattheke.
- Die Temperatur des Salats im verpackten Zustand bei VAS.
- Die Temperatur des Salats im Gastronorm-Behälter bei BTS.
- Der Zustand der Salatbedientheke (Äußerlicher hygienischer Eindruck, Schutzabdeckung)
- Das Vorhandensein einer Tür im Kühlschrank.

Nach dem Herausnehmen aus dem Kühlschrank bzw. der Salattheke werden die Salate direkt in eine Kühltasche verpackt, die mit Kühlakkus ausgestattet ist. Die Einhaltung der Kühlkette wird bis zur Untersuchung nicht unterbrochen.

Die folgende Tabelle (vgl. Tabelle 5) dient zur Übersicht der berücksichtigten Parameter während des Probenkaufs. Sie beinhaltet die Temperaturen der Kühlschränke / Salatbedientheken, die Temperaturen der verpackten, verzehrfertigen Salate sowie die der Salate aus der Bedientheke. Zudem wird erkenntlich, in welchem Einzelhandel eine Kühlschranktür vorhanden ist sowie ein Überblick des Zustands der Salatbedientheke.

Tabelle 5 – Übersicht Salatproben im Einzelhandel

Ort der Probenahme	Probe	Temperatur Kühlschrank/Salattheke	Temperatur Salat (bei VAS im verpackten Zustand)	Tür im Kühlschrank vorhanden? Ja/nein	Zustand Salattheke
Rewe Lübecker Straße 107, 22087 Hamburg	VAS, Kurze RLZ	6 °C	6,3 °C	Ja	-
Rewe Lübecker Straße 107, 22087 Hamburg	VAS, lange RLZ	6,0 °C	8,3 °C	Ja	-
Rewe Lübecker Straße 107, 22087 Hamburg	BTS	4,9 °C	3,4 °C	-	Neue Theke, Salat bedeckt mit Glashaube, sauber
Edeka Timmer Conventstraße 8-10, 22089 Hamburg	BTS	Keine Anzeige	11,8 °C	-	Neue Theke, Salat offen ohne Abdeckung, sauber
Edeka Timmer Conventstraße 8-10, 22089 Hamburg	VAS, Kurze RLZ	Keine Anzeige	4,2 °C bis 9,0 °C	Nein	-
Edeka Timmer Conventstraße 8-10, 22089 Hamburg	VAS, lange RLZ	Keine Anzeige	1,9 °C bis 6,8 °C	Nein	-

Quelle: Eigene Darstellung

3.2 Durchführung der Untersuchungen

Der folgende Abschnitt beschreibt die Methodik zur Datenerhebung des mikrobiologischen Zustands von verzehrfertigen, abgepackten Salaten und Salaten aus der Bedientheke im Lebensmitteleinzelhandel.

Vor der Untersuchung erfolgen zunächst folgende Schritte:

- Die Herstellung der Nährböden Plate-Count Agar (PC-Agar), Malt-Extract Agar (MZ-Agar) und Violet Red Bile Glucose Agar (VRBD-Agar) wird gemäß der Herstellerangaben durchgeführt. (vgl. Anhang 3 und Anhang 4)

- Die Herstellung des Peptonwassers erfolgt gemäß der Herstellerangaben von VWR International bvba. (vgl. Anhang 5)
- Die Nährböden Tryptone Bile X-glucuronide Agar (TBX-Agar), Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP-Agar) und Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD-Agar) werden bestellt.
- Die Sterilisation von Peptonflaschen, Besteck und Röhrchen wird mittels Autoklave durchgeführt, um eine Kontamination der Proben zu vermeiden.

Dabei werden folgende Instrumente benötigt:

- Präzisionswaage (AX2202, Sartorius)
- Stomacher (BagMixer® 400, Interscience)
- Sterile Stomacher-Beutel (Bagfilter 400 P, Interscience)
- Beutelständer (Bag Opener BA6095, Seward)
- Sterilisiertes Besteck
- Halmpipette (1000 µl, Acura 810, Socorex)
- Kolbenhubpipette (1000 µl, 100 µl, 10 µl Transferpipette® S, Brand)
- Vortexer (V1, IKA)
- Röhrchen mit Peptonwasser
- Stift zum Beschriften
- Spatel
- Nährböden (PC,-MZ,-VRBD,-MYP,-TBX,-XLD-Agarplatten)
- Brutschrank (Incu-Line IL10, VWR)

Im Folgenden wird die chronologische Durchführung der Untersuchungen aufgezeigt.

3.2.1 Untersuchung auf GKZ, Hefen, Schimmelpilze und Enterobakterien

1. Desinfektion der Arbeitsfläche:

Vor Beginn der Untersuchungen wird die Arbeitsfläche gründlich mit Isopropanol desinfiziert.

2. Abwiegen der Probe:

Eine Salatprobe von 10 g ($\pm 0,1$ g) wird mit 90 ml Peptonwasser in einen Stomacher-Beutel gegeben. Diese Mischung entspricht einer 10^{-1} Verdünnung. Es wird steriles Besteck verwendet.

3. Vermischen der Probe:

Der Stomacher-Beutel wird für 60 Sekunden in den Stomacher gegeben, um die Probe gründlich mit dem Peptonwasser zu vermischen.

4. Beschriften der Röhrchen:

Röhrchen für die Verdünnungsreihen werden von 10^{-2} bis 10^{-6} beschriftet.

5. Herstellung der Verdünnungsreihen:

1 ml der 10^{-1} Verdünnung wird mit einer Halmpipette in das Röhrchen für die 10^{-2} Verdünnung pipettiert und vortexiert. Dieser Vorgang wird fortgeführt, indem 1 ml jeder Verdünnung in die nächsthöhere Verdünnung pipettiert und jeweils vortexiert wird, bis die Verdünnungsreihe 10^{-6} erreicht ist.

6. Beschriften der Agarplatten:

Die Agarplatten werden entsprechend der Verdünnungsreihen und Probenkürzel beschriftet.

7. Erneutes Vortexen:

Vor jedem Beimpfen werden die Röhrchen erneut auf den Vortexer gestellt, damit die Flüssigkeit homogen bleibt.

8. Beimpfen der Agarplatten:

Die Beimpfung beginnt mit der Verdünnungsreihe 10^{-6} . Mit einer Kolbenhubpipette werden 0,1 ml der entsprechenden Verdünnung auf den Nährboden gegeben und mit einem Spatel gleichmäßig verteilt. Nachdem die gesamte Flüssigkeit verteilt ist, wird der Deckel auf die Agarplatte gesetzt. Dieser Vorgang wird mit den Verdünnungen 10^{-5} bis 10^{-1} fortgesetzt, bis am Ende alle Agarplatten beimpft sind. Dies wird bei allen PC, MZ und VRBD-Platten mit allen Proben durchgeführt. Die PC- und VRBD-Agarplatten werden nach dem Beimpfen für 48 Stunden bei 37 °C im Brutschrank bebrütet. Die MZ-Platten kommen für 48 Stunden in den Brutschrank bei 30 °C .

9. Auswerten der Kolonien:

Nach der Bebrütung werden die gewachsenen Bakterienkolonien auf den Agarplatten gezählt. Die Ergebnisse werden in Tabellen festgehalten, die im Anhang 1 einzusehen sind.

10. Berechnung der Keimzahlen:

Die Keimzahlen werden nach der Auszählung der Kolonien mit den folgenden Formeln (vgl. Formel (1) und (2)) in Excel berechnet. Dabei ist $v = 10$ beim Spatelverfahren. x stellt dabei die niedrigste Verdünnungsstufe dar, die auswertbare Kolonien zeigt.

$$\text{GKZ} = c * v * 10^x \quad (1)$$

$$c = \frac{\sum c}{n1 * 1 + n2 * 0,1} \quad (2)$$

11. Überprüfung der Werte:

Die ermittelten Keimzahlen werden mit den Richt- und Warnwerten der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) verglichen. Es wird dokumentiert, welche Werte die festgelegten Grenzwerte überschreiten. Eine vollständige Übersicht der ermittelten Werte sind in Anhang 2 einzusehen.

3.2.2 Untersuchung auf präsumtive *Bacillus cereus* und *E. coli*:

Diese Methode wird in Anlehnung an die DIN EN ISO 7932:2004 + A1:2020 (Horizontales Verfahren zur Zählung von präsumtiven *Bacillus cereus* – Kolonienverfahren bei 30 °C) sowie an die DIN ISO 16649-1:2018 (Horizontales Verfahren für die Zählung von beta-Glucuronidase-positiven *Escherichia coli* – Teil 1 Koloniezählverfahren bei 44 °C mit Membranen und 5-Brom-4-Chlor-3-Idol-beta-D-Glucuronid) durchgeführt.

Die Methodik unterscheidet sich in wenigen Schritten von denen der Gesamtkeimzahlbestimmung. Eine Differenzierung findet erstmals in der Beschriftung der Röhrcchen/Platten statt, denn für die Bestimmung der präsumtiven *Bacillus cereus* und *E. coli* werden weniger Verdünnungsstufen gebraucht.

Die Röhrcchen für die Verdünnungsstufen werden wie folgt beschriftet: Von 10^{-3} bis 10^{-6} für *Bacillus cereus* (Anfangs 10^{-1} bis 10^{-4} , hierbei wachsen jedoch zu viele Kolonien, die nicht auszählbar sind) und von 10^{-1} bis 10^{-4} für *E. coli*. Für die Bestimmung von *Bacillus cereus* werden MYP-Platten verwendet, während TBX-Platten zur Bestimmung von *E. coli* genutzt werden. Diese spezifischen Agarplatten werden im Vorhinein durch die Laborleitung eingekauft, da eine eigene Herstellung im Labor nicht möglich ist.

Die nachfolgenden Schritte zur Untersuchung stimmen mit der vorherigen Beschreibung zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl überein. Die TBX-Platten werden jedoch für 4 Stunden bei 30 °C in den Brutschrank gestellt und anschließend für weitere 18 Stunden bei 44 °C bebrütet. Die MYP-Platten werden für 20 bis 24 Stunden bei 30 °C bebrütet.

Nach der Bebrütung werden die Kolonien auf den Agarplatten ausgewertet und die Keimzahlen entsprechend berechnet. Dieser Prozess erfolgt auf die gleiche Weise wie bei der vorherigen Beschreibung zur Auswertung und Berechnung der GKZ.

3.2.3 Untersuchung auf präsumtive *Salmonella*:

Diese Methode wird in Anlehnung an die DIN EN ISO 6579-1:2017+ A1:2020 (Horizontales Verfahren zum Nachweis, zur Zählung und zur Serotypisierung von Salmonellen – Teil 1: Nachweis von *Salmonella* spp. (ISO6579-1:2017 + Amd.1:2020)) durchgeführt.

Die Untersuchung der Salate auf präsumtive Salmonellen erfordert einige Abweichungen von den Schritten zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl oder *Bacillus cereus*. Statt einer 10 g-Probe werden hier 25 g-Probe entnommen und mit 225 g Peptonwasser aufgefüllt. Der Inhalt wird dann mit dem Stomacher-Beutel in den Brutschrank gegeben und dort für 18 Stunden bei 36 °C selektiv vorangereichert. Anschließend werden 0,1 ml dieser Probe in 10 ml Rappaport-Vassiliadis-Salm.-Boullion pipettiert und bei 41,5 °C für 24 Stunden im Brutschrank selektiv angereichert.

Nach der selektiven Voranreicherung wird die Probe auf XLD-Platten pipettiert, wobei jeweils 0,1 ml und 0,01 ml mittels Kolbenhubpipette aufgetragen und mit einem Spatel verteilt werden. Die Platten werden dann bei 36 °C für 24 Stunden bebrütet. Sollten nach der Bebrütung Salmonellen-Kolonien gefunden werden, werden die Richt- und Warnwerte der DGHM sowie der Grenzwert der VO (EG) 2073/2005 überschritten. Gemäß den Richtlinien sollte kein Nachweis von Salmonellen in einer 25 g Salatprobe erfolgen.

3.2.4 Untersuchung der Salate in gewaschenem Zustand

Bei der Untersuchung der gewaschenen Salate ist es wichtig, dass das Waschen der Salate einheitlich durchgeführt wird, da jeder VAS sowohl im ungewaschenen als auch im gewaschenen Zustand mikrobiologisch untersucht wird. Für diesen Vorgang werden zusätzlich ein Thermometer, Handschuhe eine Salatschleuder und eine Stoppuhr benötigt.

Die Salatschleuder wird zuerst gründlich ausgewaschen und anschließend mit Isopropanol desinfiziert. Nach der Desinfektion wird sie luftgetrocknet. Es werden Handschuhe über die Hände gezogen. Anschließend wird der restliche Salat aus der Verpackung in das Sieb der Schleuder gegeben und insgesamt mit 1200 ml Wasser gewaschen. Die Temperatur des Wassers wird vor und nach dem Waschen zur Kontrolle gemessen, um sicherzustellen, dass die Waschbedingungen konstant sind.

Danach wird das Sieb mit dem Salat in die Salatschleuder gegeben und der Salat wird für 30 Sekunden geschleudert, um überschüssiges Wasser zu entfernen. Der trockene Salat wird dann abgewogen und es folgen die identischen Schritte wie in Kapitel 3.2.1 zur weiteren mikrobiologischen Untersuchung der Salate.

3.3 Auswahl der Stichprobe (Umfrage)

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Umfrage mittels eines Online-Tools durchgeführt. Die Verbreitung der Umfrage geschieht über persönliche Netzwerke, soziale Medien, Hochschulverteiler und berufliche Kontakte. Insgesamt verzeichnete die Umfrage 1.202 Klicks, wobei sie von 572 Personen vollständig ausgefüllt wurde.

Der endgültige Stichprobenumfang besteht aus $n = 572$ Personen mit einer durchschnittlichen Bearbeitungsdauer von vier Minuten. Die Altersverteilung der Teilnehmer stellt sich wie folgt dar (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6 – Altersverteilung der Umfrageteilnehmer

Altersgruppe	Anzahl Personen
Unter 18 Jahre	2
18 bis 23 Jahre	26
24 bis 29 Jahre	123
30 bis 35 Jahre	107
36 bis 41 Jahre	65
42 bis 47 Jahre	66
48 bis 53 Jahre	57
54 bis 59 Jahre	71
60 bis 65 Jahre	44
Über 65 Jahre	11

Die Erfassung des Geschlechts wird in dieser Studie nicht als relevant erachtet, da die Auswirkungen mikrobiologischer Risiken über alle Geschlechter hinweg gleich sind. Von besonderem Interesse sind die Identifikation und die Analyse der Teilnehmer, die zur YOPI-Gruppe gehören. Diese Gruppe gilt als besonders vulnerabel gegenüber mikrobiologischen Risiken.

Innerhalb der Stichprobe sind die folgenden Zugehörigkeiten zur YOPI-Gruppe erfasst worden (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7 – YOPI-Zugehörigkeit der Umfrageteilnehmer

Personenkreis	Anzahl Personen
Schwangere	6
Senioren/Seniorinnen	12
Immungeschwächt aufgrund von Vorerkrankungen	23
Immungeschwächt durch Medikamenteneinnahme	11
Gehören zu keiner YOPI-Gruppe	520

Die methodische Vorgehensweise bei der Zusammenstellung der Stichprobe sorgt für eine heterogene Teilnehmerbasis und eine ausreichende Diversität. Durch die willkürliche Teilnahme wird eine solide Grundlage für die anschließende Datenanalyse und Interpretation der Ergebnisse geschaffen.

3.4 Durchführung der Umfrage

Die Umfrage mit dem Titel „Umfrage zu verzehrfertigen Salaten“ ist vom 29. April 2024 bis einschließlich 21. Mai 2024 aktiv. Zur Durchführung wird die Plattform www.soscisurvey.de genutzt. Insgesamt umfasst die Umfrage 19 Fragen mit Möglichkeiten zur Einfach- oder Mehrfachantwort. Es gibt dabei 14 obligatorische Fragen. Ziel der Erhebung ist ein Überblick des allgemeinen Wissens über mögliche Keimbelastungen von verzehrfertigen Salaten sowie über mögliche Risiken für Personen der YOPI-Gruppe. Die Befragung umfasst zwei Fragen zu persönlichen Merkmalen: Alter und Zugehörigkeit zur YOPI-Gruppe. Die übrigen Fragen befassen sich mit den Konsumgewohnheiten von VAS und BTS, der Beurteilung des mikrobiellen Zustands von verzehrfertigen Salaten sowie Fragen zur Verarbeitung und Weiterempfehlung. Eine Begrenzung der Zielgruppe der Umfrage gibt es nicht. (vgl. Anhang 6)

3.5 Datenerhebung und -analyse

Die Daten und Ergebnisse der durchgeführten Umfrage werden in einer Exceltabelle gesammelt. Zur Strukturierung und Organisation der Daten werden Pivot-Tabellen verwendet. Diese Methode ermöglichte es, die Daten systematisch zu vergleichen und Zusammenhänge zwischen verschiedenen Antworten zu erfassen. Durch diese systematische Herangehensweise können Beziehungen zwischen den Antworten sichtbar gemacht und ein umfassender Überblick über das allgemeine Wissen zu möglichen Keimbelastungen von verzehrfertigen Salaten gewonnen werden.

4 Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse basieren auf den mikrobiologischen Untersuchungen der verzehrfertigen Salate. Mittels Spatelverfahren werden die Salate auf folgende Mikroorganismen untersucht: Gesamtkeimzahl (PC-Agar), Hefen und Schimmelpilze (MZ-Agar), Enterobakterien (VRBD-Agar), präsumtive *Bacillus cereus* (MYP-Agar), *E. coli* (TBX-Agar) sowie präsumtive Salmonellen (XLD-Agar)

Die Untersuchung zielt darauf ab, Einblicke in die mikrobiologische Qualität von verzehrfertigen Salaten aus dem Lebensmitteleinzelhandel zu gewinnen und potenzielle Zusammenhänge zwischen den Faktoren MHD und Waschzustand zu identifizieren. Ein weiteres Ziel ist der mikrobiologische Vergleich von abgepackten, verzehrfertigen Salaten und Salaten aus der Salatbedientheke.

Zudem wird die Erfassung von allgemeinem Wissen bezüglich des Konsums und einer möglichen Keimbelastung von VAS und BTS mittels einer Umfrage durchgeführt. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der YOPI-Gruppe.

4.1 Allgemeiner Überblick über die Ergebnisse

Die mikrobiologischen Analysen zeigen, dass die Faktoren MHD und Waschzustand einen signifikanten Einfluss auf die mikrobiologische Qualität von VAS und BTS haben. Die zuvor aufgestellten Hypothesen werden durch die Ergebnisse bestätigt.

Salate mit kurzer RLZ weisen eine höhere Keimbelastung auf als solche mit langer RLZ. Ein Nachweis von präsumtiven Salmonellen erfolgt ausschließlich in Salaten mit kurzer RLZ. Da gemäß der DGHM (vgl. Kapitel 2.1) und der VO (EG) 2073/2005 in 25 g Probe (EUR-Lex (Access to European Union law), 2005) kein Nachweis von Salmonellen erfolgen darf, werden die Warnwerte sowie die rechtlich verbindlichen Vorgaben nicht eingehalten.

Der Waschgang zeigt insgesamt eine Reduktion der Hefen und präsumtiven *Bacillus cereus* Bakterien an, jedoch auch eine leichte Erhöhung der Gesamtkeimzahl und der Enterobakterien. Auffällig ist, dass die Salmonellen durch den Waschgang nicht entfernt werden.

Ein Vergleich der Keimbelastung von VAS und BTS zeigt eine deutlich höhere Keimbelastung der Salate aus Bedientheken. Salmonellen werden nur in VAS nachgewiesen.

Die Richt- und Warnwerte der DGHM (vgl. Kapitel 2.1) sind in vielen Proben überschritten, wodurch eine Gesundheitsgefährdung für Verbraucher, insbesondere für die vulnerable Personengruppe „YOPI“ nicht ausgeschlossen werden kann.

4.2 Mikrobiologische Ergebnisse von VAS in Abhängigkeit vom Waschzustand

Zunächst werden die Ergebnisse der ungewaschenen Salatproben betrachtet. Alle ungewaschenen Proben weisen GKZ-Werte unter den Richtwerten auf. Jedoch werden die Richtwerte für Hefen in

den meisten Proben überschritten, mit Ausnahme der Salatprobe von Edeka mit langer RLZ. Sowohl die Richt- als auch die Warnwerte für Enterobakterien werden bei den meisten Proben überschritten, außer bei der länger haltbaren Salatprobe von Edeka.

Bei den präsumtiven *Bacillus cereus* zeigen alle Proben Überschreitungen der Richt- und Warnwerte, mit Ausnahme der Proben von Rewe kurz vor Ablauf des MHDs, wo aufgrund hoher Koloniezahlen keine Bewertung möglich ist. *E. coli* wird in keiner der Proben nachgewiesen. In den Proben kurz vor Ablauf des MHDs werden in jeweils 25 g Probe präsumtive Salmonellen nachgewiesen. In keiner Probe wird Schimmel nachgewiesen.

Bei den gewaschenen Salatproben liegen die Gesamtkoloniezahlen ebenfalls unter dem Richtwert. Hefen überschreiten die Richtwerte in allen Proben. Die Richtwerte für Enterobakterien werden bei allen Proben überschritten, mit Ausnahme der Salatprobe von Rewe mit langer Restlaufzeit. Ebenso werden die Warnwerte von allen Proben überschritten, bis auf die Proben mit langer RLZ. Die MYP-Platten der ersten Probe (Rewe, kurz vor MHD) können nicht ausgewertet werden, da alle Platten über 200 Kolonien aufweisen. Fortfolgend wird deshalb 0,05 ml statt 0,1 ml pipettiert. Die restlichen Proben überschreiten die Richt- und Warnwerte für präsumtive *Bacillus cereus*. Es werden keine *E. coli* nachgewiesen. In den Proben mit kurzer RLZ werden trotz Waschung in jeweils 25 g Probe präsumtive Salmonellen nachgewiesen.

4.3 Mikrobiologische Ergebnisse von VAS in Abhängigkeit vom MHD

Alle Salatproben mit kurzer RLZ (0 bis 2 Tage) weisen GKZ unter dem Richtwert auf. Im Gegensatz dazu werden die Richtwerte für Hefen in allen Proben überschritten. Ebenso werden die Richt- und Warnwerte für die Enterobakterien in allen Salatproben überschritten. Die präsumtiven *Bacillus cereus* Richt- und Warnwerte werden von der Probe von Edeka überschritten. Eine Auswertung der Probe von Rewe ist nicht auswertbar (> 200 Kolonien). Es werden in allen Proben präsumtive Salmonellen nachgewiesen.

Auch bei den Salaten mit langer RLZ (3 bis 6 Tage) liegen die GKZ unter dem Richtwert. Jedoch überschreiten alle Proben, bis auf der gewaschenen Edeka-Probe mit langer RLZ, den Richtwert für Hefen. Die Richtwerte für die Enterobakterien werden von den Proben „Rewe ungewaschen“ und „Edeka gewaschen“ überschritten. Alle Proben mit langer RLZ überschreiten die Richt- und Warnwerte für präsumtive *Bacillus cereus*. In keiner Probe werden Salmonellen oder *E. coli* nachgewiesen.

4.4 Mikrobiologische Ergebnisse von Salaten aus Bedientheken

Auch bei den Proben der BTS werden die Richtwerte für die GKZ eingehalten. Die Richtwerte für Hefen werden nicht eingehalten. In der Probe von Edeka werden sowohl die Richt- als auch die Warnwerte für Enterobakterien überschritten. Bei der Probe von Rewe wird hingegen nur der Richtwert überschritten. Die Kolonien der MYP-Platten für *Bacillus cereus* können nicht berechnet werden, da alle Platten mehr als 200 Kolonien aufweisen. Es werden weder *E. coli* noch Salmonellen nachgewiesen.

4.5 Vergleich der Ergebnisse

In der folgenden Tabelle wird die mikrobielle Belastung der VAS mit kurzer RLZ in Abhängigkeit vom Waschzustand dargestellt (vgl. Tabelle 8). Die Gesamtkeimzahl steigt durch die Waschung um das 28-fache an. Die Hefen und präsumtiven *B. cereus* können stark reduziert werden. Die Werte der Enterobakterien erhöhen sich um fast das 9-fache. Sowohl im ungewaschenen als auch im gewaschenen Zustand werden in 25 g Probe präsumtive Salmonellen nachgewiesen.

Tabelle 8 – VAS – Kurze RLZ (0 bis 2 Tage)

Agar	Ungewaschen Ø	Gewaschen Ø	Minimierung / Erhöhung der Kolonienanzahl in % (nach Waschung)
PC	1,2E+05	3,5E+06	2725 %
MZ	6,6E+07	1,8E+07	-73 %
VRBD	5,3E+05	5,3E+06	893 %
MYP	1,3E+07	5,1E+06	-60 %
XLD	Nachweis liegt vor in 25 g Probe	Nachweis liegt vor in 25 g Probe	

Quelle: Eigene Darstellung

In Tabelle 9 wird die mikrobielle Belastung der VAS mit langer RLZ in Abhängigkeit vom Waschzustand dargestellt (vgl. Tabelle 9). Die Kolonien-Anzahl der PC-Agarplatten kann durch das Waschen um 96 % und Enterobakterien um 99 % reduziert werden. Die Hefen werden durch das Waschen minimal um 4 % erhöht. Die präsumtiven *Bacillus cereus* Bakterien können durch das Waschen um 64 % reduziert werden.

Tabelle 9 – VAS – Lange RLZ (3 bis 6 Tage)

Agar	Ungewaschen Ø	Gewaschen Ø	Minimierung / Erhöhung der Kolonienanzahl in % (nach Waschung)
PC	2,6E+06	1,0E+05	-96 %
MZ	5,0E+06	5,2E+06	4 %
VRBD	2,6E+06	2,3E+04	-99 %
MYP	6,7E+07	2,4E+07	-64 %
XLD	Kein Nachweis in 25 g Probe	Kein Nachweis in 25 g Probe	

Quelle: Eigene Darstellung

In der nachfolgenden Tabelle wird die mikrobielle Belastung der VAS vor und nach dem Waschzustand verglichen, ohne Betrachtung des MHDs (vgl. Tabelle 10). Insgesamt wird die GKZ nach dem Waschen um 31,07 % erhöht. Auch die Enterobakterien sind nach dem Waschen stark angestiegen. Die Hefen und präsumtiven *B. cereus* können um ca. 65 % reduziert werden. Die präsumtiven Salmonellen werden durch das Waschen nicht entfernt und können auch danach in 25 g Probe nachgewiesen werden.

Tabelle 10 – VAS – Betrachtung Waschzustand (ohne MHD-Betrachtung)

Agar	Ungewaschen Ø	Gewaschen Ø	Minimierung / Erhöhung der Kolonienanzahl in % (nach Waschung)
PC	1,4E+06	1,8E+06	31,07 %
MZ	3,5E+07	1,2E+07	-67,10 %
VRBD	1,6E+06	2,7E+06	70,48 %
MYP	6,7E+07	2,4E+07	-63,57 %
XLD	Nachweis liegt vor in 25 g Probe (mit kurzer RLZ)	Nachweis liegt vor in 25 g Probe (mit kurzer RLZ)	Keine Minimierung erreicht

Quelle: Eigene Darstellung

Folgend wird die mikrobielle Belastung der VAS mit kurzer und langer RLZ verglichen, ohne eine Betrachtung des Waschzustands (vgl. Tabelle 11). VAS mit kurzer RLZ haben 33 % mehr aerobe mesophile Keime als VAS mit langer RLZ. Die Hefen sind bei den Salaten mit kurzer RLZ um das 7-fache erhöht. Die Enterobakterien haben sich mit der Zeit mehr als verdoppelt. Die präsumtiven *Bacillus cereus* Keime minimieren sich mit der Zeit um 80 %. Präsumtive Salmonellen werden nur in den Proben mit kurzer RLZ nachgewiesen.

Tabelle 11 – VAS – Betrachtung MHD – RLZ

Agar	Lange RLZ Ø	Kurze RLZ Ø	Differenz
PC	1,4E+06	1,8E+06	33 %
MZ	5,1E+06	4,2E+07	718 %
VRBD	1,3E+06	2,9E+06	123 %
MYP	4,6E+07	9,0E+06	-80 %
XLD	Kein Nachweis in 25 g Probe	Nachweis liegt vor in 25 g Probe	Nachweis in VAS mit kurzer RLZ

Quelle: Eigene Darstellung

In dieser Tabelle wird die mikrobielle Belastung der VAS mit den BTS verglichen (vgl. Tabelle 12). Die BTS enthalten mehr aerobe mesophile Keime, Hefen und Enterobakterien. Ein Vergleich der präsumtiven *Bacillus cereus* Werte kann nicht vorgenommen werden, da die MYP-Platten der BTS nicht ausgewertet werden können. Bei keiner der beiden Salatvarianten werden *E. coli* nachgewiesen. Präsumtive Salmonellen werden nur im VAS nachgewiesen.

Tabelle 12 – Vergleich VAS-BTS

Agar	VAS* \bar{x}	BTS \bar{x}	Keimbelastung Vergleich
PC	1,6E+06	2,1E+06	VAS < BTS
MZ	2,4E+07	8,9E+07	VAS < BTS
VRBD	2,1E+06	9,6E+06	VAS < BTS
MYP	3,3E+07	Keine Auswertung möglich	Kein Vergleich möglich
XLD	Nachweis liegt vor in 25 g Probe	Kein Nachweis in 25 g Probe	VAS > BTS
*alle VAS unabhängig vom MHD und Waschzustand			

Quelle: Eigene Darstellung

4.6 Umfrageergebnisse

Insgesamt hat die Umfrage 572 Teilnehmer. Nicht alle füllen den kompletten Fragebogen aus. Die Prozentzahlen basieren auf der Anzahl der Teilnehmer, die die jeweilige Frage beantworten, und derjenigen, die sich für eine bestimmte Antwortmöglichkeit entscheiden.

Rund 9 % der Befragten gehören zur YOPI-Gruppe. 26 % der Teilnehmer verzehren VAS mindestens einmal im Monat oder häufiger. Rund 3 % essen VAS mehrmals pro Woche. Fast 2 % der YOPI-Gruppe essen VAS mindestens einmal im Monat.

Ungefähr die Hälfte der Befragten befürchten Keime im VAS und etwas mehr befürchten Keime in BTS. Für fast 20 % hat diese Befürchtung jedoch keinen Einfluss auf die Kaufentscheidung. Die meisten vermuten Schimmel, präsumtive Salmonellen oder *E. coli* Bakterien im VAS. Weniger werden *Bacillus cereus* vermutet. Etwas mehr als 9 % befürchten keine Keime im VAS. Zugehörige der YOPI-Gruppe vermuten eher Keime im Salat als keine Keime.

Für mehr als ein Viertel der Befragten hat das MHD keinen Einfluss auf die Kaufentscheidung von VAS. Ebenso würden fast ein Viertel der Teilnehmer VAS noch verzehren, obwohl das MHD überschritten ist. 5 von 48 YOPI-Zugehörigen würden ebenfalls noch den Salat verzehren. Etwas mehr als ein Drittel der Befragten, vor allem Zugehörige der YOPI-Gruppe, waschen VAS vor dem Verzehr.

Knapp 13 % der Teilnehmer sind sich der möglichen Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit VAS nicht bewusst. Hiervon gehören knapp 7 % der YOPI-Gruppe an. Mehr als 41 % haben noch nicht über mögliche Gesundheitsrisiken nachgedacht, hiervon sind fast 8 % YOPIs. Nahezu 40 % der Befragten geben an, bereits eine Lebensmittelvergiftung von VAS bekommen zu haben (2,53 %, 2 YOPIs und 11 immunkompetente Personen) oder davon gehört zu haben.

Für die meisten ist der Preis von BTS ein entscheidender Faktor für die Kaufentscheidung. Ebenso ist die Verpackungsoption für die Mitnahme wichtig, und viele achten auf die Präsentation und das Aussehen des Salats. Für knapp 17 % sind die Hygienebedingungen der Theke ein wichtiger Faktor der Kaufentscheidung.

Fast 30 % würden VAS anderen Personen empfehlen und rund 10 % sind der Meinung, dass Personen der YOPI-Gruppe VAS uneingeschränkt verzehren können. Hiervon sind fast 2 % selbst YOPI-zugehörig. Mehr als die Hälfte der Befragten wissen nicht, ob YOPIs VAS uneingeschränkt verzehren können, und ebenso wissen fast die Hälfte der Befragten nicht, wer alles zur YOPI-Gruppe gehört.

In der vorliegenden Tabelle (vgl. Tabelle 13) werden die wichtigsten Ergebnisse der Umfrage aufgeführt.

Tabelle 13 – Umfrageergebnisse

Prozent / Anzahl	Aussage	Zusatzinformationen
18 bis 65 Jahre Über 65 Jahre Unter 18 Jahre	559 Personen 11 Personen 2 Personen	Insgesamt 572 Teilnehmer
Geschwächtes Immunsystem durch Medikamente Geschwächtes Immunsystem durch Vorerkrankung Senior/in 65 + Schwanger	11 Personen 23 Personen 12 Personen 6 Personen	9,09 % der Teilnehmer gehören zur YOPI-Gruppe
26,00 %	...der Befragten verzehren VAS mindestens 1 x im Monat oder häufiger.	
74,00 %	...der Befragten verzehren VAS seltener als 1 x im Monat oder nie.	
1,62 %	...der Befragten sind der YOPI-Gruppe zugehörig und verzehren VAS mindestens 1 x im Monat.	
48,10 %	...der Befragten befürchten Keime im VAS.	Für 18,01 % hat die Befürchtung der Keimbelastung keinen Einfluss auf die Kaufentscheidung
55,30 %	...der Befragten befürchten Keime im BTS.	Für 19,19 % hat die Befürchtung der Keimbelastung keinen Einfluss auf die Kaufentscheidung
36,86 %	...der Befragten geben an, dass sie Schimmel im VAS befürchten.	33,84 % befürchten E. coli, 29,49 % befürchten Salmonellen, 8,70 % Bacillus cereus und 9,45 % befürchten keine Keime im VAS.
28,85 %	...der Befragten geben an, dass das MHD keinen	

Prozent / Anzahl	Aussage	Zusatzinformationen
	Einfluss auf die Kaufentscheidung von VAS hat.	
23,85 %	...der Befragten würden VAS verzehren, trotz überschrittenem MHD.	
33,81 %	...der Befragten waschen VAS vor dem Verzehr.	
13,06 %	...der Befragten sind sich nicht bewusst über mögliche Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit VAS.	Hiervon sind 7,46 % der Befragten zugehörig zur YOPI-Gruppe. 41,91 % haben noch nicht über mögliche Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit VAS nachgedacht. Hiervon sind 7,91 % der YOPI-Gruppe zugehörig.
38,21 %	...der Befragten geben an, bereits eine Lebensmittelvergiftung durch VAS bekommen oder davon gehört zu haben.	
36,21 %	...der Befragten geben an, dass der Preis ein entscheidender Faktor für die Kaufentscheidung von BTS ist.	23,16 % gaben an, ihnen sei die Verpackungsoption für die Mitnahme wichtig. 19,03 % achten sehr auf das Aussehen und die Präsentation des Salats. Für 16,83 % sind die Hygienebedingungen der Theke wichtig.
28,63 %	...der Befragten würden VAS anderen Personen empfehlen.	
9,77 %	...der Befragten sind der Meinung, dass Personen der YOPI-Gruppe VAS uneingeschränkt verzehren können.	1,17 % dieser Befragten sind Personen der YOPI-Gruppe. 52,15 % der Befragten wissen nicht, ob Personen der YOPI-Gruppe VAS uneingeschränkt verzehren können.
45,21 %	...der Befragten wissen nicht, wer alles zur YOPI-Gruppe gehört.	

Quelle: Eigene Darstellung, Ergebnisse von SoSciSurvey.com „verzehrfertige Salate“

5 Diskussion und Interpretation

Diese Arbeit untersucht, wie das MHD und der Waschzustand (gewaschen/ungewaschen) den mikrobiologischen Zustand von VAS beeinflussen. Zudem wird der mikrobielle Status von Salaten aus Bedientheken ermittelt und verglichen sowie eine Umfrage zur Ermittlung des Allgemeinwissens über die Keimbelastung von VAS und BTS durchgeführt. Die genutzte Methode zur mikrobiologischen Analyse in dieser Arbeit ist das Spatelverfahren.

Die in dieser Arbeit untersuchten Salate gehören zu den leicht verderblichen Lebensmitteln (LAVES, 2020). Da Personen der YOPI-Gruppe aufgrund ihres kompromittierten Immunsystems anfälliger für pathogene Keime sind und daher ein höheres Risiko für schwerere Krankheitsverläufe haben, ist die Identifizierung möglicher Gefahren entscheidend, um diese einzudämmen und die Verbrauchersicherheit zu gewährleisten (Krämer & Prange, 2023, S. 35).

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass das Wissen der Verbraucher über eine mögliche Keimbelastung von verzehrfertigen Salaten moderat ist. Ungefähr 48 % der Befragten befürchten Keime in VAS und etwas mehr als 55 % in BTS. Personen der YOPI-Gruppe befürchten ebenfalls eher Keime in verzehrfertigen Salaten, sind jedoch nur zu 7 % über mögliche Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit VAS und BTS informiert. Die mikrobiologischen Analysen ergeben, dass die Richt- und Warnwerte der DGHM in vielen untersuchten Proben überschritten werden und in zwei Proben präsumtive Salmonellen nachgewiesen sind. Somit kann eine Gesundheitsgefährdung nicht ausgeschlossen werden, insbesondere für diese vulnerable Personengruppe.

Der Waschgang entfernt nicht alle pathogenen Keime, zeigt aber eine signifikante Reduktion der Hefen und präsumtiven *Bacillus cereus* Bakterien. Im Vergleich zu Salaten mit langer RLZ weisen diejenigen mit kurzer RLZ eine deutlich höhere Keimbelastung auf. Salate aus der Bedientheke sind ebenfalls deutlich höher mit Keimen belastet als VAS. Salmonellen werden nur in VAS nachgewiesen.

Die Ergebnisse bestätigen die in Kapitel 1 aufgestellten Hypothesen und unterstreichen die Ergebnisse der in der Einleitung genannten Studien und Tests. In allen Proben sind die Keimgehalte von präsumtiven *Bacillus cereus* entweder nicht auswertbar, weil zu viele Kolonien auf dem Agar gewachsen sind, oder sie überschreiten den Richt- und Warnwert. Im Gegensatz zum Zoonosen-Monitoring von 2021 wurden in dieser Arbeit keine *E. coli* nachgewiesen. Eine Überschreitung der Richtwerte für die Gesamtkeimzahl (vgl. Stiftung Warentest, 2019) wird in keiner Probe festgestellt. Ein starkes Überschreiten der Richt- und Warnwerte für Hefen wird jedoch auch in dieser Arbeit dokumentiert. Aufgrund des häufigen Nicht-Einhaltens der Richt- und Warnwerte und dem Nachweis von präsumtiven Salmonellen kann in dieser Arbeit kein VAS eine gute oder sehr gute mikrobiologische Qualität aufweisen, ähnlich wie die Ergebnisse von Stiftung Warentest aus dem Jahr 2019. Diese

Arbeit bestätigt die genannten Studien und deren Ergebnisse und weist nochmals auf, dass verzehrfertige Salate Lebensmittel sind, die nicht uneingeschränkt und ohne Bedenken von allen Personengruppen gegessen werden können.

5.2 Interpretation

5.2.1 Umfrage zum Allgemeinwissen über die Keimbelastung von VAS/BTS

Die Ergebnisse der Umfrage verdeutlichen, dass verzehrfertige Salate ein fester Bestandteil der Ernährung für viele Menschen sind. Mehr als ein Viertel (26 %) der Befragten konsumieren VAS mindestens einmal im Monat oder häufiger, darunter auch YOPI-Zugehörige (1,62 %). VAS bieten Bequemlichkeit und Zeitersparnis, was ihre Beliebtheit erklären könnte.

Der häufige Konsum wird durch die Befürchtung von Keimen nicht gehemmt, denn mehr als 48 % der Befragten befürchten Keime in VAS und 55,30 % in BTS. Das hält jedoch 20 % von Ihnen nicht davon ab, diese zu kaufen. Das zeigt, dass Bequemlichkeit und Faktoren wie der Preis eine größere Rolle bei der Kaufentscheidung spielen. Mehr als 36 % geben an, dass der Preis einer der wichtigsten Faktoren bei der Kaufentscheidung von BTS ist. Die Hygienebedingungen der Theke sind lediglich für knapp 17 % ausschlaggebend. Dies weist darauf hin, dass Kunden eher budgetbewusst konsumieren und möglicherweise ein mangelndes Bewusstsein für potenzielle Gesundheitsrisiken haben. Zudem vertrauen Konsumenten in die hygienischen Standards der Lebensmittelhersteller und dem Lebensmitteleinzelhandel. Da Schimmel, E. coli und Salmonellen allgemein bekannte Lebensmittelkeime sind, werden diese von den Befragten eher in Salaten vermutet als die nicht so bekannten präsumtiven *Bacillus cereus*. Da es, wie in Kapitel 2.2.5 beschrieben, auch humanpathogene Vertreter der *Bacillus cereus*-Gruppe gibt, ist es wichtig, das Wissen über potenzielle pathogene Keime in VAS / BTS zu verbreiten, um eine umfassendere Sensibilisierung zu erreichen.

5.2.2 Salate in Abhängigkeit vom MHD

Fast 30 % der Befragten geben an, dass das MHD keinen Einfluss auf die Kaufentscheidung hat und fast ein Viertel würden einen abgelaufenen Salat noch essen. Der Konsum von abgelaufenen Salaten kann das Risiko einer Lebensmittelvergiftung erhöhen. Die mikrobiologische Analyse der VAS in Abhängigkeit vom MHD unterstreicht diese Aussage. Salate mit kurzer RLZ weisen eine höhere Keimbelastung auf als solche mit langer RLZ. Ein Nachweis von präsumtiven Salmonellen erfolgt ausschließlich in Salaten mit kurzer RLZ.

Da ein erheblicher Teil der Befragten das MHD ignoriert, möglicherweise aufgrund eines mangelnden Verständnisses der damit verbundenen Gesundheitsrisiken, ist eine Aufklärung und Erläuterung des MHDs bei leicht verderblichen Lebensmitteln von großer Bedeutung. Insbesondere für YOPIs

ist es wichtig, über mögliche gesundheitliche Gefahren im Zusammenhang mit abgelaufenem Salat informiert zu werden. Dies könnte durch klare Warnhinweise auf der Verpackung erfolgen.

VAS mit kurzer RLZ weisen 33 % mehr aerobe mesophile Keime auf als jene mit langer RLZ, was zeigt, dass die mikrobiologische Qualität mit abnehmender Haltbarkeit signifikant abnimmt. Die erhöhte Feuchtigkeit in der Verpackung sowie suboptimale Lager- und Transportbedingungen können das mikrobielle Wachstum fördern.

Hefen gelten als Verderbniserreger (BAV Institut, 2022) und langanhaltende, falsche Lagerbedingungen (vor Ort Temperatur des Salats beträgt bis zu 9 °C, vgl. Tabelle 5) könnten der Grund für die siebenfache Erhöhung an Hefen in den Salaten mit kurzer RLZ sein. Auch die Verdopplung der Enterobakterien könnte hierauf zurückzuführen sein.

Ein positiver Befund ist die 80-prozentige Reduktion der präsumtiven *Bacillus cereus* Keime im Laufe der Zeit. Die Reduktion könnte auf die natürliche Konkurrenz durch andere Mikroorganismen oder auch spezifische Lagerbedingungen zurückzuführen sein, die das Überleben der Keime beeinträchtigen.

5.2.3 Salate in Abhängigkeit vom Waschzustand

Zwei Drittel der Befragten waschen VAS nicht vor dem Verzehr. Dies deutet darauf hin, dass sie sich auf die hygienischen Bedingungen der Produktion verlassen und sich über die Vermehrung der Bakterien im feuchten Milieu nicht bewusst sind. Die Analysen dieser Arbeit zeigen, dass der Waschgang präsumtive *Bacillus cereus* um mehr als die Hälfte reduziert. Trotz des weiteren Überschreitens der Warnwerte mancher Proben ist eine Reduktion wichtig, um die Wahrscheinlichkeit einer Lebensmittelvergiftung zu minimieren. Auch die Reduktion der Hefen konnte durch das Waschen um mehr als die Hälfte reduziert werden. Dies ist ein positives Zeichen, da auch Hefen bei der YOPI-Gruppe Lebensmittelvergiftungen hervorrufen können (Fiedler B. , 2009, S. 1). Ein unerwartetes Ergebnis der Analyse ist die Feststellung, dass die mikrobielle Belastung durch Enterobakterien nach dem Waschen um 70 % erhöht ist. Einige Vertreter der Enterobakterien können für den Menschen pathogen sein. Besonders besorgniserregend ist die Feststellung, dass Salmonellen durch das Waschen nicht entfernt werden. Salmonellen sind schwerwiegende Krankheitserreger. Diese Persistenz weist darauf hin, dass Waschen allein nicht ausreicht, um alle gefährlichen Mikroorganismen zu entfernen und zusätzliche Maßnahmen (z.B. kurze, kalte Lagerung), erforderlich sind, um eine Lebensmittelsicherheit zu gewährleisten. Zudem wurden präsumtive Salmonellen nur in Proben mit kurzer RLZ nachgewiesen, was darauf hinweist, dass die Kontamination mit Salmonellen möglicherweise mit dem Alter und der Lagerzeit zusammenhängt. Aufgrund der kürzeren Haltbarkeit und damit verbundenen höheren Feuchtigkeitsgehalten in den Verpackungen könnte das Wachstum von Salmonellen gefördert werden.

Die unterschiedlichen Ergebnisse hinsichtlich der Reduktion oder Erhöhung mikrobieller Belastungen durch das Waschen könnten auf die physikalischen Eigenschaften der Bakterien und Hefen

zurückzuführen sein. Einige Mikroorganismen sind möglicherweise widerstandsfähiger gegenüber der mechanischen Entfernung durch das Waschen. Auch die Struktur und Größe des vorgeschnittenen Salats könnte eine Rolle spielen, da beispielsweise durch das Waschen nicht alle kontaminierten Stellen erreicht werden können. Auch die spezifischen Waschbedingungen wie Temperatur, Dauer und ergänzende Utensilien wie Salatschleuder beeinflussen die mikrobielle Belastung. Eine Erhöhung kann verschiedene Ursachen haben, wie z. B. eine Verteilung der Mikroorganismen durch das Waschwasser oder eine Kreuzkontamination während des Waschvorgangs. Eine Kontamination des Waschwassers durch z. B. veraltete Rohre kann durch fehlende Analysen nicht ausgeschlossen werden.

Ein positiver Befund ist, dass alle Proben GKZ-Werte unterhalb der Richt- und Warnwerte aufweisen. Trotz der Erhöhung (+31,07 %) der GKZ durch das Waschen werden keine Richt- oder Warnwerte überschritten.

5.2.4 Salate aus Bedientheken

Die Analysen dieser Arbeit zeigen, dass BTS eine höhere Belastung mit aeroben mesophilen Keimen, Hefen und Enterobakterien aufweisen als VAS. In der Probe von Edeka werden die Warnwerte für Enterobakterien überschritten. Gründe für diese Ergebnisse könnten eine unzureichende Kühlung des Salats sein. Es gab keine Temperaturanzeige und Abdeckung der Salate. Die eigens gemessene Temperatur des Salats vor Ort betrug fast 12 °C. Die Kühlkette wurde somit unterbrochen und das Wachstum von Mikroorganismen durch die Wärme gefördert. Mittels Luftzirkulation in den Verkaufsräumen können sich Bakterien aus beispielsweise dem vorhandenen Staub auf den Salaten absetzen, da keine Abdeckung die Salate schützt. Möglich wäre auch ein Eintrag durch unsachgemäße Handhabung durch Verbraucher (z. B. mit unsauberen Händen in den Salat fassen) oder Kreuzkontamination durch das Nutzen der gleichen Zange für verschiedene Gemüsesorten und das Nutzen vieler Menschen pro Tag. Eine Lösung wäre feste Zangen, die nur in den jeweiligen Gastronom-Behälter gehören und andere Behälter nicht erreichen. Denkbar ist auch eine unzureichende Hygiene der Bedientheke, wodurch bereits vorhandene Bakterien nicht sorgfältig entfernt werden.

Ein Vergleich der präsumtiven *Bacillus cereus* Werte kann nicht vorgenommen werden, da die MYP-Platten der BTS nicht ausgewertet werden können. Dies stellt eine Lücke der Daten dar, was eine umfassende Bewertung der mikrobiellen Risiken der Salate erschwert. Die GKZ der BTS liegen unter dem Richtwert, was überraschend ist, da die Kühlung der Bedientheke von Edeka den Salat nicht ausreichend kühlt. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Ausgangsqualität des Salats sehr gut war, bevor er in die Theke kam. Zudem ist die Lagerzeit des Salats nicht bekannt und könnte so gering sein, dass sich die Keime noch nicht vermehren konnten. In diesem Zusammenhang ist es jedoch fraglich, wieso die Hefen und Enterobakterien den Richtwert in beiden Proben stark übersteigen. Eine spezifische Kontamination mit Enterobakterien und Hefen durch unzureichende

Hygienepraktiken oder Luftzirkulation könnte eine Erklärung dafür sein. Ebenso ist es möglich, dass Hefen und Enterobakterien unter den Lagerbedingungen besser wachsen konnten als andere Mikroorganismen.

Der Nachweis, dass in keinem der Salatvarianten *E. coli* gefunden wird, ist positiv. *E. coli* ist ein Indikator für eine fäkale Verunreinigung und kann schwerwiegende Gesundheitsrisiken, insbesondere für YOPIs darstellen (Krämer & Prange, 2023, S. 52). Das Fehlen von *E. coli* zeigt, dass in diesem Aspekt die Hygieneanforderungen erfüllt werden. Dieses Ergebnis wird jedoch von der Anwesenheit von präsumtiven Salmonellen im VAS überdeckt. Da präsumtive Salmonellen nur im VAS und nicht im BTS nachgewiesen werden, könnte die Verarbeitung, Lagerung oder Verpackung eine Kontaminationsquelle sein und das Wachstum der Bakterien fördern.

5.3 Empfehlungen

Die gewonnen Erkenntnisse haben Implikationen für die Lebensmittelverarbeitung und -sicherheit. Das MHD bei leicht verderblichen Lebensmitteln wie verzehrfertigen Salaten ernst zu nehmen, reduziert das Risiko von Lebensmittelvergiftungen. Die richtige Lagerung von VAS minimiert die Vermehrung von Mikroorganismen. Dazu gehört auch das Einhalten der Kühlkette in jedem Schritt der Lieferkette, auch im Privathaushalt.

Das Bewusstsein der Konsumenten für potenzielle Gesundheitsrisiken von pathogenen Mikroorganismen in VAS und BTS zu fördern, schützt vor lebensmittelbedingten Krankheiten, insbesondere von weniger bekannten Keimen wie *Bacillus cereus*. Gerade YOPI-Zugehörige werden vor Lebensmittelvergiftungen mit schwereren Verläufen geschützt, wenn sie über die Risiken von abgelaufenen oder nicht gewaschenen Salaten informiert werden.

Einige Keime lassen sich durch das Waschen reduzieren. Da ein komplettes Entfernen aller Mikroorganismen (aufgrund der Ergebnisse) nicht angenommen werden kann, ist ein Verzehr von VAS mit kurzer RLZ durch Personen der YOPI-Gruppe nicht empfehlenswert. Insbesondere präsumtive Salmonellen, die auch nach dem Waschvorgang im Salat nachgewiesen werden, können schwerwiegende Krankheiten mit einem septischen Verlauf und hohem Fieber auslösen (Robert Koch-Institut, 2016). Wird der Salat gewaschen ist darauf zu achten, saubere Utensilien auf sauberen Oberflächen zu nutzen, da dies das Risiko einer Kreuzkontamination verringert und die Lebensmittelsicherheit erhöht. Vulnerablen Personengruppen ist geraten, VAS so selten wie möglich und nur mit einer langen RLZ und gründlich gewaschen zu verzehren (mind. 3 Tage bis zum MHD). Trotz gründlicher Herstellungshygiene ist ein Wachstum von Mikroorganismen in MAP-Verpackungen aufgrund des feuchten Milieus anzunehmen.

5.4 Limitation

Da in dieser Arbeit nur eine kleine Stichprobe von 2 BTS und 4 VAS untersucht wird, wäre eine ausführlichere Analyse mit mehr Stichproben repräsentativer und sinnvoll. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass sich pathogene Mikroorganismen in verzehrfertigen Salaten befinden und somit nicht unbedenklich, insbesondere von YOPIs, verzehrt werden können. Um die Verbrauchersicherheit zu gewährleisten, wäre eine ausführliche und regelmäßige mikrobiologische Analyse von VAS und BTS empfehlenswert. Da aufgrund eingeschränkter Zeit und eines begrenzten Untersuchungsrahmens die präsumtiven Salmonellen und *Bacillus cereus* nicht weiter identifiziert werden können, ist eine eindeutige Aussage der Pathogenität nicht möglich. Auch die Enterobakterien können nicht mittels Enteropluri-Tests weiter identifiziert werden, da dies über den Rahmen der Bachelorarbeit hinausgehen würde. Eine genaue Identifizierung der gefundenen Bakterien könnte möglicherweise Kontaminationsquellen entlarven und die Hygienemaßnahmen anpassen, wodurch die Lebensmittelsicherheit erhöht werden kann. Für die Bewertung der Enterobakterien werden die Richt- und Warnwerte der DGHM für frisches, verzehrfertig vorbereitetes, geschnittenes abgepacktes und nicht abgepacktes Obst sowie Obstmischungen genutzt, um einen Vergleich zu schaffen, da diese Werte für Mischsalate zum Zeitpunkt der Arbeit nicht einsehbar sind.

Eine fehlende Analyse des Waschwassers stellt ebenso eine Limitation der Arbeit dar. Eine Kreuzkontamination mit dem Wasser kann somit nicht ausgeschlossen werden und eine genaue Schlussfolgerung des Anstiegs einiger Mikroorganismen nach dem Waschen kann nicht dargelegt werden. Auch das Fehlen von Daten aufgrund nicht auswertbarer MYP-Agarplatten (*Bacillus cereus*) stellt eine Lücke der Arbeit dar, was eine umfassende Bewertung erschwert. Die Probe von Rewe mit kurzer RLZ und der Salat aus der Bedientheke konnten aufgrund zu hoher Keimzahlen auf den Platten nicht ausgewertet werden. Die Verdünnungsreihen werden von V-1 bis V-4 auf V-3 bis V-6 geändert, was eine Auszählung der Kolonien ermöglicht. Dies ist in weiteren Forschungsarbeiten zu beachten. Eine Mehrfachteilnahme an der Umfrage kann aufgrund der Umfrageeinstellungen und dem versendeten Link nicht ausgeschlossen werden, was die Ergebnisse verfälschen könnte. Das Versenden eines Einmal-Links hätte viel Zeit in Anspruch genommen und die Teilnehmeranzahl wäre deutlich geringer gewesen. Aufgrund der Tatsache, dass unterschiedliche VAS untersucht werden, ist eine Verzerrung der Ergebnisse möglich. Einerseits wurden Salate mit Nebenkomponenten wie Möhrenstreifen und Weißkohl untersucht, andererseits gibt es Proben die nur aus Kopfsalat bestehen. Aufgrund einer Varianz in der Herstellung und Lagerung sowie durch Einfluss der Nebenkomponenten kann es zu unterschiedlichen Untersuchungsergebnissen kommen. Eine einheitliche, homogene Probenauswahl ist zukünftig zu berücksichtigen.

6 Schlussfolgerung

6.1 Fazit

In der vorliegenden Bachelorarbeit wird die mikrobiologische Qualität verzehrfertiger Salate untersucht und das Allgemeinwissen der Verbraucher über mögliche Keimbelastungen in diesem Zusammenhang erfasst. Hierfür werden VAS und BTS aus dem Einzelhandel auf verschiedene Mikroorganismen mittels Spatelverfahren untersucht. Die Laboranalysen zeigen, dass Salate mit langer RLZ eine bessere mikrobiologische Qualität aufweisen als mit kurzer RLZ. Die Salate vor dem Verzehr zu waschen, entfernt nicht alle Mikroorganismen, insbesondere Salmonellen scheinen dem Waschgang gegenüber widerstandsfähiger zu sein. Dennoch werden die Bakterien signifikant reduziert und der Waschgang ist somit ein sinnvoller Beitrag für die Lebensmittelsicherheit. Salate aus der Bedientheke enthalten zwar keine präsumtiven Salmonellen, sind jedoch insgesamt in einem schlechteren mikrobiologischen Zustand als VAS. Resümierend sind VAS (insbesondere mit kurzer RLZ) und BTS für YOPIs nicht empfehlenswert. Das Überschreiten von Warnwerten in vielen Proben zeigt, dass die mikrobiologische Qualität insgesamt zu niedrig ist, um einem bedenkenlosen Verzehr für YOPIs zuzustimmen. Bei einem Verzehr wird geraten den Empfehlungen aus Kapitel 5.3 zu folgen. Wichtig sind das Einhalten des MHDs, die richtige Lagerung bzw. Einhalten der Kühlkette sowie ein sorgfältiger hygienischer Umgang mit dem Salat und den Waschutensilien vor dem Verzehr.

6.2 Ausblick

In Bezug auf zukünftige Forschungsarbeiten wäre ein weiterer sinnvoller Ansatz die mikrobiologische Analyse von Bedientheken im Einzelhandel, um die Salate vor möglichen Kontaminationsquellen zu schützen. Da die BTS deutlich stärker mit Keimen belastet sind, ist ein unbedenklicher Verzehr für YOPIs nicht empfehlenswert. Ebenso wären weitere Tests und Analysen der Einflussfaktoren auf die mikrobiologische Qualität und Haltbarkeit von VAS denkbar. Hierbei könnten Fragen beantwortet werden wie: Sind die aktuell vorhandenen Temperaturen in den Kühlschränken der Lebensmittelhändler ausreichend, um das Wachstum von Mikroorganismen zu hemmen? Wird das MHD von VAS zu lange bemessen? Wäre ein Zusatz von desinfizierenden Mitteln, während der industriellen Waschung von VAS denkbar, um pathogene Keime zu entfernen? Welchen Einfluss auf die mikrobiologische Qualität von VAS haben unterschiedliche Ernte- und Anbaumethoden?

Literaturverzeichnis

- BAV Institut. (20. Juni 2022). *Hefen und Schimmelpilze in Lebensmitteln – auch Express-Untersuchungen möglich* - BAV Institut Offenburg. Abgerufen am 16. Mai 2024 von <https://www.bav-institut.de/de/news/Hefen-und-Schimmelpilze-in-Lebensmitteln-auch-Express-Untersuchungen-moeglich>
- BAV Institut. (a). *FAQ - Häufig gestellte Fragen: Mikrobiologie* - BAV Institut Offenburg. Abgerufen am 16. Mai 2024 von <https://www.bav-institut.de/de/faqs/show/Welche-Relevanz-hat-die-aerobe-mesophile-Keimzahl-in-Lebensmitteln>
- BAV Institut. (b). *FAQ - Häufig gestellte Fragen: Mikrobiologie* - BAV Institut Offenburg. Abgerufen am 16. Mai 2024 von <https://www.bav-institut.de/de/faqs/show/Welche-Relevanz-haben-Hefen-in-Lebensmitteln>
- BAV Institut. (c). *FAQ - Häufig gestellte Fragen: Mikrobiologie* - BAV Institut Offenburg. Abgerufen am 16. Mai 2024 von <https://www.bav-institut.de/de/faqs/show/Welche-Relevanz-haben-Schimmelpilze-in-Lebensmitteln>
- BAV Institut. (d). *FAQ - Häufig gestellte Fragen*. Abgerufen am 15. Mai 2024 von Welche Bedeutung haben Enterobakterien in Lebensmitteln?: <https://www.bav-institut.de/de/faqs/show/Welche-Relevanz-haben-Enterobakterien-in-Lebensmitteln>
- Bülte, M., Goll, M., & Scherr, F. (2023). *Escherichia coli - Band 1: Taxonomie, Pathogenitätsmechanismen und Erkrankungsgeschehen*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). (2022). *Pressemitteilungen - Abgepackte Salate häufig mit Krankheitskeimen belastet*. Abgerufen am 23. Juni 2024 von BVL-Report · 17.3 Berichte zur Lebensmittelsicherheit Zoonosen-Monitoring 2021: https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/04_Zoonosen_Monitoring/Zoonosen_Monitoring_Bericht_2021.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). (1. Dezember 2022). *Pressemitteilungen - Abgepackte Salate häufig mit Krankheitskeimen belastet*. Abgerufen am 23. Juni 2024 von https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/01_lebensmittel/2022/2022_PM_JPK_Fertigsalate.html
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (April 2011). *EHEC-Ausbruch 2011 - Aufklärung des Ausbruchs entlang der Lebensmittelkette*. Abgerufen am 18. Juli 2024 von <https://www.bfr.bund.de/cm/350/ehec-ausbruch-2011-aufklaerung-des-ausbruchs-entlang-der-lebensmittelkette.pdf>
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (30. Oktober 2020). *Bacillus cereus-Bakterien in Lebensmitteln können Magen-Darm-Erkrankungen verursachen*. Abgerufen am 15. Mai 2024 von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/bacillus-cereus-bakterien-in-lebensmitteln-koennen-magen-darm-erkrankungen-verursachen.pdf>

- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (24. August 2023). *Fragen und Antworten zum Schutz vor Infektionen mit Salmonellen - BfR*. Abgerufen am 25. Mai 2024 von https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zum_schutz_vor_infektionen_mit_salmonellen-199146.html
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (13. Februar 2023). *Korrektes Kühlen von Lebensmitteln im Privathaushalt*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/korrektes-kuehlen-von-lebensmitteln-im-privathaushalt.pdf>
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (a). *Bedeutung der Salmonellen als Krankheitserreger*. Abgerufen am 15. Mai 2024 von https://www.bfr.bund.de/de/bedeutung_der_salmonellen_als_krankheitserreger-537.html
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (b). *Resistenzen bei Tier und Mensch: Charakterisierung neuer Resistenzmechanismen bei Enterobakterien, Risikobewertung der Resistenzen gegen β -Laktam-Antibiotika mit erweitertem Wirkungsspektrum (ESBLs) und (Fluoro)quinolone (RESET) - BfR*. Abgerufen am 25. Mai 2024 von https://www.bfr.bund.de/de/resistenzen_bei_tier_und_mensch__charakterisierung_neuer_resistenzmechanismen_bei_enterobakterien__risikobewertung_der_resistenzen_gegen_ss_laktam_antibiotika_mit_erweitertem_wirkungsspektrum__esbls__und__fluoro_quinolone__reset
- Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM). (2016). Richt- und Warnwerte für Mischsalate.
- Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM). (20. März 2018). *Präambel*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von <https://www.dghm-richt-warnwerte.de/de/praeambel>
- Dunteman, G. H. (1989). *Principal Component Analysis*. Newbury Park, California, USA: SAGE Publications.
- EFSA. (3. Juni 2011). *Gesundheitsempfehlungen zur Prävention von Durchfallerkrankungen mit besonderem Schwerpunkt auf Shiga-Toxin bildenden Escherichia coli (STEC), auch Verotoxin bildende E. coli (VTEC) bzw. enterohämorrhagische E. coli (EHEC) genannt*. Abgerufen am 18. Juli 2024 von <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/110601a>
- EUR-Lex (Access to European Union law). (15. November 2005). Verordnung (EG) Nr. 2073/2005 der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. Abgerufen am 27. August 2024 von <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj>
- Fiedler, B. (2009). *Hefen - Pathogene Mikroorganismen*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Fiedler, G. (2021). *Mikrobiologische Sicherheit von Gemüse und Salat: pathogene und antibiotikaresistente Bakterien und Veränderungen der Mikrobiota während der Verarbeitung zu Fresh-Cut Salaten*. Kiel.

- Institut für Hygiene. (o.J.). *Hämolytisch-Urämisches Syndrom (HUS)*. Abgerufen am 18. Juli 2024 von <https://www.medizin.uni-muenster.de/hygiene/konsiliarlaboratorium-hus/haemolytisch-uraemisches-syndrom-hus.html>
- Knoop, N. (2014). Identifizierung von Enterobacteriaceae und Nonfermentern mittels MALDI-TOF MS unter besonderer Berücksichtigung von multiresistenten und darmpathogenen Erregern. Leipzig. Von <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-158579> abgerufen
- Krämer, J., & Prange, A. (2023). *Lebensmittel-Mikrobiologie*. Stuttgart (Hohenheim): Eugen Ulmer KG.
- LAVES. (2020). *Fresh-Cut Salate – praktisch, aber auch frisch? | Nds. Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von https://www.laves.niedersachsen.de/startseite/lebensmittel/lebensmittelgruppen/obst_gemuese/mikrobiologische-untersuchung-und-kennzeichnung-von-vorzerkleinerten-blattsalaten-in-fertigpackungen-126075.html
- Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel. (November 2018). *Abschlussbericht: Humanpathogene in der pflanzlichen Erzeugung*. Von https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Veroeffentlichungen/Humanpathogene-Bakterien-Abschlussbericht_web.pdf abgerufen
- Messelhäuser, U., & Ehling-Schulz, M. (2023). *Bacillus cereus - Vorkommen, Nachweis und Präventionsstrategien*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Robert Koch-Institut. (1. April 2016). *RKI - RKI Ratgeber - Salmonellose*. Abgerufen am 16. Juli 2024 von https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Salmonellose.html
- Statista. (September 2021). *Convenience Food: Konsum nach Art 2021 | Statista*. Abgerufen am 8. August 2024 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1266723/umfrage/convenience-food-konsum-nach-art/>
- Statista. (August 2023). *Verzehrfertiges Obst, Gemüse und Salat: Beliebteste Arten 2023 | Statista*. Abgerufen am 8. August 2024 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1406601/umfrage/beliebteste-arten-von-verzehrfertigen-obst-gemuese-salaten/>
- Stephan, R., Lehner, A., Zweifel, C., & Hächler, H. (2014). *Non-typhöse Salmonellen*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Stiftung Warentest. (28. Mai 2013). *Abgepackte Salate: Jeder zweite Salat mit zu vielen Keimen | Stiftung Warentest*. Abgerufen am 7. Juli 2024 von <https://www.test.de/Abgepackte-Salate-Jeder-zweite-Salat-mit-zu-vielen-Keimen-4543445-4543452/>
- Stiftung Warentest. (28. Mai 2013). *Abgepackte Salate: Unser Rat | Stiftung Warentest*. Abgerufen am 25. Juli 2024 von <https://www.test.de/Abgepackte-Salate-Jeder-zweite-Salat-mit-zu-vielen-Keimen-4543445-4543453/>

- Suerbaum, S., Bockemühl, J., & Karch, H. (2012). Enterobakterien. In S. Suerbaum, S. Hahn, & H. Burchard, *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* (S. 229-258). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Von https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-24167-3_28 abgerufen
- Weber, H. (2010). *Mikrobiologie der Lebensmittel: Grundlagen*. Hamburg: Behr's Verlag.
- World Health Organization (WHO). (7. Februar 2018a). *E.coli*. Abgerufen am 15. Mai 2024 von <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- World Health Organization (WHO). (20. Februar 2018b). *Salmonella (non-typhoidal)*. Abgerufen am 15. Mai 2024 von [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Anhang

1. Analyse der mikrobiologischen Untersuchungen	43
1.1. Probe: Eisbergsalat-Mix (JA!), Rewe, MHD 30.04.2024	43
1.2. Probe: Salatbedientheke Rewe	44
1.3. Probe: Eisbergsalat-Mix (JA!), Rewe, MHD 25.05.2024	45
1.4. Probe: Salatbedientheke Edeka	46
1.5. Probe: Roter Kopfsalat (Florette), Edeka, MHD 09.06.2024.....	47
1.6. Probe: Maxi-Mix, gemischter Salat (NICO FRISCH), Edeka, MHD 05.06.2024.....	48
2. Untersuchungsergebnisse – Ermittelte Keimzahlen.....	49
3. Datenblätter Nährmedien: PC-Agar, MZ-Agar, VRBD-Agar	50
4. Datenblätter Nährmedien: MYP-Agar, TBX-Agar, XLD-Agar	51
5. Datenblatt: Peptonwasser	52
6. ZIP-Datei: Rohdatei der Umfrage auf Datenträger	52

1. Analyse der mikrobiologischen Untersuchungen

1.1. Probe: Eisbergsalat-Mix (JA!), Rewe, MHD 30.04.2024

Analysedatum: 30.04.2024

verzehrfertiger, abgepackter Salat

Probe: kurze Restlaufzeit und ungewaschen
Temp. vor dem Einwiegen: 9°C

Probe: kurze Restlaufzeit und gewaschen
Temp. vor dem Einwiegen: 9°C

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	>200
MZ Hefen	-5	36
MZ Hefen	-6	3
PC	-1	>200
PC	-2	87
PC	-3	28
PC	-4	11
PC	-5	0
PC	-6	1
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	150
VRBD	-3	46
VRBD	-4	1
VRBD	-5	1
VRBD	-6	0
MYP	-1	>200
MYP	-2	>200
MYP	-3	>200
MYP	-4	>200
TBX		Kein Nachweis
XLD A	100yl	Nachweis in 25g Probe
XLD B	10yl	Nachweis in 25g Probe

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	>200
MZ Hefen	-5	21
MZ Hefen	-6	1
PC	-1	>200
PC	-2	>200
PC	-3	130
PC	-4	14
PC	-5	1
PC	-6	0
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	>200
VRBD	-3	175
VRBD	-4	23
VRBD	-5	6
VRBD	-6	1
MYP	-1	>200
MYP	-2	>200
MYP	-3	>200
MYP	-4	>200
TBX		Kein Nachweis
XLD A	100yl	Nachweis in 25g Probe
XLD B	10yl	Nachweis in 25g Probe

1.2. Probe: Salatbedientheke Rewe

Analysedatum: 30.04.2024

Temp. vor dem Einwiegen: 7,5°C

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	181
MZ Hefen	-3	42
MZ Hefen	-4	3
MZ Hefen	-5	1
MZ Hefen	-6	0
PC	-1	103
PC	-2	16
PC	-3	1
PC	-4	2
PC	-5	0
PC	-6	0
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	78
VRBD	-3	13
VRBD	-4	2
VRBD	-5	0
VRBD	-6	0

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MYP	-1	>200
MYP	-2	>200
MYP	-3	>200
MYP	-4	>200
TBX		Kein Nachweis
XLD A	100yl	Kein Nachweis
XLD B	10yl	Kein Nachweis

1.3. Probe: Eisbergsalat-Mix (JA!), Rewe, MHD 25.05.2024

Analysedatum: 22.05.2024

verzehrfertiger, abgepackter Salat

Probe: kurze Restlaufzeit und ungewaschen

Temp. vor dem Einwiegen: 7,5°C

Probe: lange Restlaufzeit und gewaschen

Temp. vor dem Einwiegen: 7°C

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	93
MZ Hefen	-5	16
MZ Hefen	-6	3
PC	-1	>200
PC	-2	>200
PC	-3	>200
PC	-4	52
PC	-5	6
PC	-6	1
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	>200
VRBD	-3	>200
VRBD	-4	51
VRBD	-5	6
VRBD	-6	0
MYP	-3	>200
MYP	-4	>200
MYP	-5	112
MYP	-6	34
TBX		Keinen Nachweis
XLD A	100yl	Kein Nachweis
XLD B	10yl	Kein Nachweis

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	100
MZ Hefen	-5	15
MZ Hefen	-6	0
PC	-1	>200
PC	-2	146
PC	-3	62
PC	-4	0
PC	-5	0
PC	-6	0
VRBD	-1	25
VRBD	-2	18
VRBD	-3	16
VRBD	-4	1
VRBD	-5	1
VRBD	-6	0
MYP	-3	>200
MYP	-4	>200
MYP	-5	50
MYP	-6	3
TBX		Keinen Nachweis
XLD A	100yl	Kein Nachweis
XLD B	10yl	Kein Nachweis

1.4. Probe: Salatbedientheke Edeka

Analysedatum: 22.05.2024

Temp. vor dem Einwiegen: 8°C-11°C

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	>200
MZ Hefen	-5	164
MZ Hefen	-6	31
PC	-1	>200
PC	-2	>200
PC	-3	>200
PC	-4	37
PC	-5	8
PC	-6	0
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	>200
VRBD	-3	>200
VRBD	-4	>200
VRBD	-5	20
VRBD	-6	1

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MYP	-3	>200
MYP	-4	>200
MYP	-5	>200
MYP	-6	>200
TBX		Keinen Nachweis
XLD A	100yl	Kein Nachweis
XLD B	10yl	Kein Nachweis

1.5. Probe: Roter Kopfsalat (Florette), Edeka, MHD 09.06.2024

Analysedatum: 03.06.2024

verzehrfertiger, abgepackter Salat

Probe: lange Restlaufzeit und ungewaschen
Temp. vor dem Einwiegen: 8°C

Probe: lange Restlaufzeit und gewaschen
Temp. vor dem Einwiegen: 8°C

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	137
MZ Hefen	-3	14
MZ Hefen	-4	1
MZ Hefen	-5	1
MZ Hefen	-6	0
PC	-1	39
PC	-2	6
PC	-3	5
PC	-4	0
PC	-5	0
PC	-6	3
VRBD	-1	44
VRBD	-2	3
VRBD	-3	0
VRBD	-4	0
VRBD	-5	1
VRBD	-6	0
MYP	-3	82
MYP	-4	11
MYP	-5	0
MYP	-6	0
TBX		Keinen Nachweis
XLD A	100yl	Kein Nachweis
XLD B	10yl	Kein Nachweis

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	38
MZ Hefen	-3	6
MZ Hefen	-4	0
MZ Hefen	-5	0
MZ Hefen	-6	0
PC	-1	>200
PC	-2	16
PC	-3	3
PC	-4	2
PC	-5	0
PC	-6	3
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	42
VRBD	-3	4
VRBD	-4	0
VRBD	-5	0
VRBD	-6	0
MYP	-3	51
MYP	-4	2
MYP	-5	0
MYP	-6	0
TBX		Keinen Nachweis
XLD A	100yl	kein Nachweis
XLD B	10yl	Kein Nachweis

1.6. Probe: Maxi-Mix, gemischter Salat (NICO FRISCH), Edeka, MHD

05.06.2024

Analysedatum: 03.06.2024

verzehrfertiger, abgepackter Salat

Probe: kurze Restlaufzeit und ungewaschen

Temp. vor dem Einwiegen: 8°C

Porbe: kurze Restlaufzeit und gewaschen

Temp. vor dem Einwiegen: 8°C

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	84
MZ Hefen	-5	22
MZ Hefen	-6	3
PC	-1	>200
PC	-2	133
PC	-3	26
PC	-4	1
PC	-5	4
PC	-6	2
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	>200
VRBD	-3	81
VRBD	-4	17
VRBD	-5	6
VRBD	-6	1
MYP	-3	>200
MYP	-4	121
MYP	-5	20
MYP	-6	1
TBX		Kein Nachweis
XLD A	100yl	Nachweis in 25g Probe
XLD B	10yl	Kein Nachweis

Platte	Verdünnung sreihe	Kolonien
MZ Hefen	-1	>200
MZ Hefen	-2	>200
MZ Hefen	-3	>200
MZ Hefen	-4	154
MZ Hefen	-5	24
MZ Hefen	-6	3
PC	-1	>200
PC	-2	>200
PC	-3	>200
PC	-4	59
PC	-5	4
PC	-6	1
VRBD	-1	>200
VRBD	-2	>200
VRBD	-3	>200
VRBD	-4	79
VRBD	-5	18
VRBD	-6	1
MYP	-3	>200
MYP	-4	49
MYP	-5	7
MYP	-6	0
TBX		Kein Nachweis
XLD A	100yl	Nachweis in 25g Probe
XLD B	10yl	Nachweis in 25g Probe

2. Untersuchungsergebnisse – Ermittelte Keimzahlen

Supermarkt	Salatart	RLZ	Washstatus	Verdünnung 1	Verdünnung 2	Summe C	c	v	x	Ergebnis	Agar-Typ	Richtwert	Warnwert	MYP-,TBX- und XLD-Agar	Ergebnis/Nachweis	RLZ
Rewe	verpackt	kurz	ungewaschen	87	28	115	104,55	10	2	1.0E+05	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	MYP	>200	0
Rewe	verpackt	kurz	ungewaschen	36	3	39	35,45	10	5	3.5E+07	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	0
Rewe	verpackt	kurz	ungewaschen	150	46	196	178,18	10	2	1.8E+05	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	XLD	Nachweis liegt vor in 25g Probs	0
Rewe	verpackt	kurz	gewaschen	130	14	144	130,91	10	3	1.3E+06	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	MYP	>200	0
Rewe	verpackt	kurz	gewaschen	21	1	22	20,00	10	5	2.0E+07	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	0
Rewe	verpackt	kurz	gewaschen	175	23	198	180,00	10	3	1.8E+06	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	XLD	Nachweis liegt vor in 25g Probs	0
Rewe	Theke			103	16	119	108,18	10	1	1.1E+04	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	MYP	>200	0
Rewe	Theke			181	42	223	202,73	10	2	2.0E+05	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	0
Rewe	Theke			78	13	91	82,73	10	2	8.3E+04	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	XLD	Kein Nachweis	0
Edelka	Theke			37	8	45	40,91	10	4	4.1E+06	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	MYP	>200	0
Edelka	Theke			164	31	195	177,27	10	5	1.8E+08	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	0
Edelka	Theke			20	1	21	19,09	10	5	1.9E+07	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	XLD	Kein Nachweis	0
Rewe	verpackt	lang	ungewaschen	52	6	58	52,73	10	4	5.3E+06	PC-Agar	5.E+07	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	ungewaschen	93	16	109	99,09	10	4	9.9E+06	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	XLD	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	ungewaschen	51	6	57	51,82	10	4	5.2E+06	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	ungewaschen	112	34	146	132,73	10	5	1.3E+08	MYP-Agar	5.E+02	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	gewaschen	146	62	208	189,09	10	2	1.9E+05	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	gewaschen	100	15	115	104,55	10	4	1.0E+07	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	XLD	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	gewaschen	25	18	43	39,09	10	1	3.9E+03	VRBD-Agar	1.E+04	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	3
Rewe	verpackt	lang	gewaschen	50	3	53	48,18	10	5	4.8E+07	MYP-Agar	5.E+02	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	3
Edelka	verpackt	kurz	ungewaschen	133	26	159	144,55	10	2	1.4E+05	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	2
Edelka	verpackt	kurz	ungewaschen	84	22	106	96,36	10	5	9.6E+07	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	XLD	Nachweis liegt vor in 25g Probs	2
Edelka	verpackt	kurz	ungewaschen	81	17	98	89,09	10	3	8.9E+05	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	2
Edelka	verpackt	kurz	ungewaschen	121	20	141	128,18	10	4	1.3E+07	MYP-Agar	5.E+02	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	2
Edelka	verpackt	kurz	gewaschen	59	4	63	57,27	10	4	5.7E+06	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	2
Edelka	verpackt	kurz	gewaschen	154	24	178	161,82	10	4	1.6E+07	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	XLD	Nachweis liegt vor in 25g Probs	2
Edelka	verpackt	kurz	gewaschen	79	18	97	88,18	10	4	8.8E+06	VRBD-Agar	1.E+04	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	2
Edelka	verpackt	kurz	gewaschen	49	7	56	50,91	10	4	5.1E+06	MYP-Agar	5.E+02	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	2
Edelka	verpackt	lang	ungewaschen	39	6	45	40,91	10	1	4.1E+03	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	ungewaschen	137	14	151	137,27	10	2	1.4E+05	MZ-Agar	1.E+05	Über Richtwert	XLD	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	ungewaschen	44	3	47	42,73	10	1	4.3E+03	VRBD-Agar	1.E+04	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	ungewaschen	82	11	93	84,55	10	3	8.5E+05	MYP-Agar	5.E+02	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	gewaschen	16	3	19	17,27	10	2	1.7E+04	PC-Agar	5.E+07	unter Richtwert	XLD	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	gewaschen	38	6	44	40,00	10	2	4.0E+04	MZ-Agar	1.E+05	unter Richtwert	TBX	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	gewaschen	42	4	46	41,82	10	2	4.2E+04	VRBD-Agar	1.E+04	unter Richtwert	XLD	Kein Nachweis	6
Edelka	verpackt	lang	gewaschen	51	2	53	48,18	10	3	4.8E+05	MYP-Agar	5.E+02	Über Richtwert	TBX	Kein Nachweis	6

3. Datenblätter Nährmedien: PC-Agar, MZ-Agar, VRBD-Agar



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. : 8425.0500

PLATE COUNT AGAR (PCA)

AUCH BEKANNT ALS

Tripticase Yeast Agar; TGY; TGY Agar; Standard Methods Agar; SMA; SM Agar

SPEZIFIKATION

Für die Zählung von aeroben Mikroorganismen nach dem Oberflächen-Inkultationsverfahren, gemäß ISO-Normen 4833, 8552, 17410 und IFU Nr. 6.

FORMULIERUNG* IN G/L

Caseinpepton	5,0
Hefeextrakt	2,5
Glucose	1,0
Agar	15,0

Finaler pH 7,0 ±0,2 bei 25 °C

*Eingestellt und/oder supplementiert, um die Leistungskriterien zu erfüllen

HERSTELLUNG

23,5 g des Pulvers in 1 l destilliertem Wasser geben. Unter ständigem Rühren zum Kochen bringen. In geeignete Gefäße abfüllen und 15 Minuten bei 121 °C autoklavieren.

BESCHREIBUNG

Die Plate Count Agar-Formulierung entspricht der von Buchbinder et al., wie empfohlen in ihrer Studie von Medien für die Keimzahlbestimmung von Mikroorganismen.

Die ursprüngliche Formulierung des standardisierten Agars für die Milch-Mikrobiologie wurde modifiziert, um die Zugabe von Milch zu vermeiden. Diese neue Zusammensetzung ermöglicht das Wachstum der meisten Mikroorganismen ohne weitere Zusätze.

Die Formulierung dieses Mediums entspricht der von den Standardmethoden für die Untersuchung von Milchprodukten, dem "Tryptone Glucose Yeast Agar" der USP, der Deutschen Landwirtschaft und dem Plate Count Agar der APHA und AOAC. Dies ist das Medium der Wahl für die Keimzahlbestimmung jeder Art von Probe.

TECHNIK

Bereiten Sie eine 10-fache Serienverdünnung der Probe vor und geben Sie 1 ml Aliquoten in sterile Petrischalen (Duplikate), Ca. 20 ml steriles, auf 45 °C abgekühltes Medium in jede der Platten geben. Schwenken Sie die Platte in Form einer Acht, um gleichmäßig zu mischen. Lassen Sie die Platten erstarren und inkubieren Sie sie in umgedrehter Position. Inkubationszeit und Temperatur sind abhängig von der Art des zu untersuchenden Mikroorganismus.

Für eine allgemeine aerobe Zählung 3 Tage bei 30 °C inkubieren. Auswertung nach 24, 48 und 72 Stunden. Das Plattenzählverfahren der APHA empfiehlt das Gießen des geschmolzenen Agars bei 50 °C auf Platten, welche die verdünnten Proben enthalten (Gießplattentechnik). Die endgültige Zählung wird nach 48 Stunden Inkubation bei 32-35 °C durchgeführt.

Für Mikroorganismen mit anderen Temperaturanforderungen wurden die folgenden Inkubationen vorgeschlagen: 2 Tage bei 32-35 °C, 2-3 Tage bei 45 °C, 2 Tage bei 55 °C, 3-5 Tage bei 20 °C, 10 Tage bei 0,5 °C ± 1 °C.

Probenverdünnungen werden je nach Probenbeschaffenheit mit 14 Ringer-Lösung, gepuffertem Peptonwasser oder Maximaler Wiederbelebungslösung zubereitet.

Das Plättungsverfahren wird gegenüber dem Ausstrichverfahren bevorzugt, da es höhere Zählraten ergibt. Letzteres erleichtert jedoch die Isolierung und Nachsaat der Kolonien.



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. 8287

MALZEXTRAKT-AGAR FÜR DIE MIKROBIOLOGIE

SPEZIFIKATION

Festes Medium für die Isolierung und Zählung von Pilzen nach ISO 16212.

FORMULIERUNG* IN G/L

Malzextrakt	30,0
Soja-Pepton	3,0
Agar	15,0

Finaler pH 5,8 ±0,2 bei 25 °C

*Angepasst und/oder supplementiert nach Vorgabe um Nachweiskriterien zu erfüllen.

RICHTLINIEN

48 g Pulver in 1 l destilliertem Wasser auflösen. Unter ständigem Rühren zum Sieden erhitzen. In geeignete Behälter verteilen und durch Autoklavieren bei 121 °C für 15 Minuten sterilisieren.

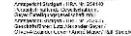
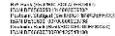
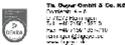
BESCHREIBUNG

Malzextrakt-Agar für die Mikrobiologie fördert aufgrund seiner ausgewogenen Zusammensetzung das Wachstum fast aller Pilze und hemmt durch seinen niedrigen pH-Wert die meisten Bakterien.

Sollte eine stärkere Hemmung des Bakterienwachstums erwünscht sein, stellen Sie den pH-Wert auf 3,5 ein, indem Sie eine sterile Lösung von 10% Milchsäure oder 5% Weinsäure zum geschmolzenen Medium hinzufügen. Erhitzen Sie das Medium danach mit diesen Zusätzen nicht wieder.

TECHNIK

Siehe entsprechende Normen die spezifischen Verfahren und Techniken.



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. 7836

VRBD Agar (Kristallviolett Neutralrot Galle Glucose Agar) Ph. Eur.

SYNONYME

Kristallviolett Galle Glucose Agar, MacConkey Dextrose Agar

SPEZIFIKATION

Festes Selektivmedium zur Zählung von Enterobakterien, nach Ph.Eur./JSP pharm, ISO 21528.

FORMULIERUNG* IN G/L

Hefeextrakt	3,00
Pankreatischer Verdau von Gelatine	7,00
Gallensalze	1,50
D(+)-Glucose-Monohydrat	10,00
Natriumchlorid	5,00
Neutralrot	0,03
Kristallviolett	0,002
Agar	13,00

Finaler pH 7,4 ±0,2 bei 25 °C

*Eingestellt und/oder supplementiert um die Leistungskriterien zu erfüllen.

HERSTELLUNG

36,5 g des Pulvers in 1 l destilliertem Wasser suspendieren. Unter ständigem Rühren zum Kochen bringen. In geeignete Behälter verteilen. Längeres Erhitzen kann zu leichten Niederschlägen führen. Nicht autoklavieren.

BESCHREIBUNG

Dieses Medium ist eine Modifikation des Kristallviolett Neutralrot Galle Laktose Agars (Art. Nr. 7885) und des MacConkey Agars (Art. Nr. 8708), wie von Mossel et al. Die Zugabe von Glucose zu dem Kristallviolett Neutralrot Galle verstärkt sowohl das Wachstum der anspruchsvollsten Enterobakterien als auch die Wiederherstellung derjenigen, die unter ungünstigen Bedingungen gelitten haben. Mossel selbst erkannte, dass durch das Entfernen der Laktose unter Beibehaltung der Glucose die Effizienz des Mediums stabil blieb.



4. Datenblätter Nährmedien: MYP-Agar, TBX-Agar, XLD-Agar



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. 9374

MYP Agar, Fertigplatten

SYNONYME

Mannitol Eigelb Polymyxin Agar, Bacillus Cereus Mossel Agar

SPEZIFIKATION

Fertigplatten, 90 mm. Selektives Festmedium nach Mossel zur Isolierung und Identifizierung von Bacillus cereus aus Lebensmittelproben. FIL-IDF 181, ISO 7932, ISO 21871.

Farbe: Orange
pH: 7,2 ± 0,2 bei 25 °C

FORMULIERUNG IN G/L

Caseinpepton	10,000
Mannitol	10,000
Natriumchlorid	10,000
Fleischextrakt	1,000
Phenolrot	0,025
Agar	12,000
Polymyxin B Sulfat	100,000IU
Eigelb	100 ml

VERPACKUNGSEINHEITEN

9374-20 PLATES

20 Fertigplatten 90 mm

Inhalt: 21 ± 1 ml

Verpackungseinheit: 1 Karton mit 2 Beuteln mit je 10 Platten, Zellophanbeutel.



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. 9494

TBX Agar (Tryptone Galle X-Glucuronid Agar), Fertigplatten

SPEZIFIKATION

Fertigplatten, 90 mm. Selektives und differenzelles festes Nährmedium für den Nachweis und die Auszählung von β-Glucuronidase-positiven Escherichia coli nach ISO 16646-1.

Farbe: Ströngelb
pH-Wert: 7,2 ± 0,2 bei 25 °C

ZUSAMMENSETZUNG IN G/L

Tryptone	20,000
Gallensalze Nr 3	1,500
5-Bromo-4-chloro-3-indoxyl-β-D-glucuronide	0,075
Agar	13,500

VERPACKUNGSEINHEITEN

9494-20 PLATES

20 Fertigplatten 90 mm

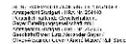
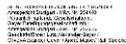
Inhalt: 21 ± 2 ml

Verpackungseinheit: 1 Karton mit 2 Packungen à 10 Platten/ Packung, Einzelnes Zellophan.

BESCHREIBUNG/TECHNIK

Beschreibung:

Escherichia coli ist der einzige Coliforme, der β-D-Glucuronidase besitzt und leicht von anderen Coliformen, die diese enzymatische Aktivität nicht aufweisen, unterschieden werden kann. Es gibt einige Stämme von E. coli (weniger als 3-4 % der Gesamtpopulation), die β-D-Glucuronidase negativ sind. E. coli absorbiert das chromogene Substrat (X-β-D-Glucuronid) und das bakterielle Enzym β-D-Glucuronidase spaltet die Bindung zwischen der chromophoren X-Fraktion und dem β-D-Glucuronid. Die freie X-Fraktion färbt die E. coli-Zellen und erzeugt eine blau-grüne Kolonie. Der hohe Gehalt des Mediums an Gallensalzen hemmt das Wachstum der begleitenden grampositiven Bakterien, und die hohe Inkubationstemperatur (44°C) hemmt gramnegative Bakterien außer E. coli.



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. 9649

XLD Agar (Xylose Lysin Desoxycholat Agar) ISO, Fertigplatten

SYNONYME

XLD-Nährboden, Xylose Lysin Desoxycholat Agar

SPEZIFIKATION

Medium für die Isolierung enteropathogener Arten, insbesondere Salmonella und Shigella, nach ISO-Standards.

Farbe: rot
pH: 7,4 ± 0,2 bei 25 °C

FORMULIERUNG* IN G/L

Xylose	3,75
L-Lysine HCl	5,00
Lactose	7,50
Saccharose	7,50
Natriumchlorid	5,00
Hefeextrakt	3,00
Phenolrot	0,05
Natrium-Desoxycholat	1,00
Natriumthiosulfat	0,80
Ammoniummisen(III)-citrat	0,80
Agar	15,0

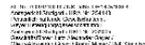
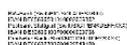
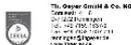
VERPACKUNGSEINHEITEN

9649-20 PLATES

20 Fertigplatten 90 mm

Inhalt: 21 ± 2 ml

Verpackungseinheit: 1 Karton mit 2 Beuteln à 10 Platten/Beutel, Einmal Zellophanfolie.



5. Datenblatt: Peptonwasser



TECHNISCHES DATENBLATT

Artikel Nr. 8449

Peptonwasser, gepuffert ISO

SYNONYME

-

SPEZIFIKATION

Flüssiges Medium zur Verdünnung und nichtselektiven Voranreicherung aus Lebensmittelproben.

FORMULIERUNG* IN G/L

Bakteriologisches Pepton	10,00
Natriumchlorid	5,00
Dinatriumhydrogenphosphat (wasserfrei)	3,5 (*1)
Kaliumphosphat	1,50

Finaler pH 7,0 ±0,2 bei 25 °C

(*1) Vergleichbar mit 0,0 g an Dinatriumhydrogenphosphat-Dodecahydrat

*Eingestellt und/ oder supplementiert um die Leistungskriterien zu erfüllen.

HERSTELLUNG

20 g des Pulvers in 1 l destilliertem Wasser lösen. In geeignete Gefäße verteilen und 15 Minuten bei 121 °C autoklavieren.

BESCHREIBUNG

Diese Formulierung von gepuffertem Peptonwasser hat die Vorteile der zwei klassischen Verdünnungsmittel, die für Nahrungsmittelproben verwendet werden: Es hat die Eigenschaft der Revitalisierung des Peptonwassers und der pH-Änderungsabsorptionskapazität des Phosphatpuffers.

Die Zusammensetzung dieses Verdünnungsmittels wird gemäß der Spezifikation der ISO-Norm 6579 zum Nachweis von Salmonella in Lebensmitteln und anderen ISO-Normen (6785, 6887 und 8261) hergestellt.

Th. Geyer GmbH & Co. KG

Dankens 4 – 6
D-71272 Remmagen
Tel. +49 7159 1931-0
Fax: +49 7159 1931-710
remmag@geyer.de
www.tgeyer.de

SW-Bank (SollKSC) SOLADEST900
IBAN DE89020101000209302
Postbank Stuttgart (SollKSC) PSWDDEFF0000
IBAN DE250010070000020709
Deutsche Bank (SollKSC) 2512051000000000
IBAN DE680700700125181100

St.-Nr. 3209340018 / USt-IdNr. DE142510304
Anlageort Stuttgart / HR-Nr. 254140
Persönlich haftende Gesellschafterin
Geyer Beteiligungsgesellschaft mbH
Anlageort Stuttgart / HR-Nr. 350335
Geschäftsführer: Lutz-Alexander Geyer / Thomas Roth

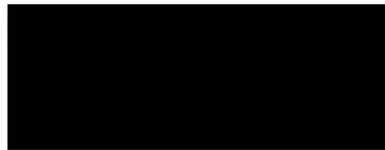
6. ZIP-Datei: Rohdaten der Umfrage auf Datenträger

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Sophie Jünemann, [REDACTED] erkläre hiermit, dass ich diese Bachelorarbeit ohne jegliche Hilfe von außen geschrieben habe. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel verwendet. Alle Passagen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche gekennzeichnet. Die Thesis wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hamburg, 28.08.2024

Ort, Datum

A large black rectangular redaction box covering the author's signature.

Unterschrift des Verfassers