

4. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der einzelnen Versuchsabschnitte werden in jeweils einem eigenen Kapitel abgehandelt, weil die Ansätze, zum Teil unabhängig von einander, verschiedene Aspekte der Fragestellung behandeln.

4.1 Mikrobiologischer Status: mesophile aerobe Gesamtkeimzahl

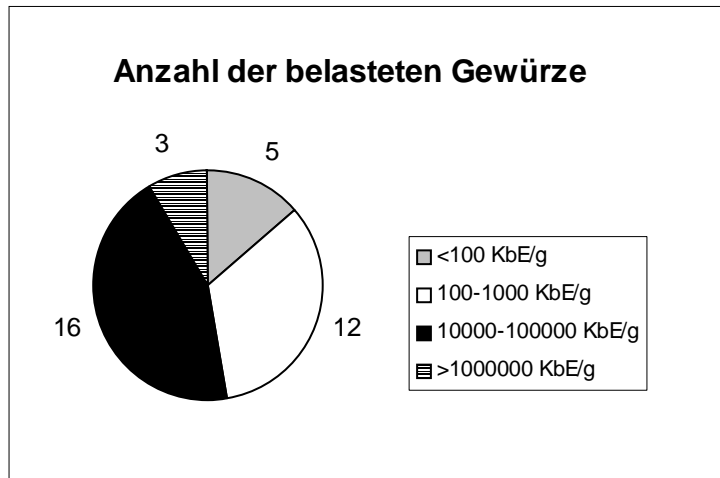
Für 36 Gewürze wurde jeweils - wie in Kap. 3.1.1 beschrieben - der mikrobiologische Gesamtstatus bestimmt sowie der Nachweis von Salmonellen in 25 g durchgeführt. Es erfolgte eine Einteilung der Belastungsgrade anhand der koloniebildenden Einheiten in nicht belastet ($< 10^2$ KbE/g), geringgradig belastet (10^2 - 10^3 KbE/g), mittelgradig belastet (10^4 - 10^5 KbE/g) und hochgradig belastet ($> 10^6$ KbE/g).

Es zeigte sich, dass 5 (13%) Gewürze unterhalb der Nachweisgrenze von 10^2 KbE/g lagen, 12 (33%) eine geringgradige, 16 (44%) eine mittelgradige und 3 (8,3%) eine hochgradige Belastung aufwiesen (Tab. 5, Abb. 8).

Tab. 5: Belastungsgrade der verwendeten Gewürze anhand der mesophilen aeroben Gesamtkeimzahl

nicht belastet ($< 10^2$ KbE/g)	geringgradig belastet (10^2 - 10^3 KbE/g)	mittelgradig belastet (10^4 - 10^5 KbE/g)	hochgradig belastet ($> 10^6$ KbE/g)
Basilikum Nelken, ganz Rosmarin Senfsaat, gem. Sumak	Bohnenkraut Curry Dill Ingwer Kardamom Lorbeerblätter Muskatnuss, gem. Petersilie Senfsaat, ganz Sternanis Thymian Zimt	Anis Beifuß Cayenne Fenchel, ganz Knoblauchgranulat Koriander Kümmel Kurkuma Macis Majoran Pfeffer, sw Pfefferminze Piment Salbei Sellerisaat Zwiebelgranulat	Galgant Oregano Paprika, edelsüß

Abb. 8: Verteilung der Belastungsgrade

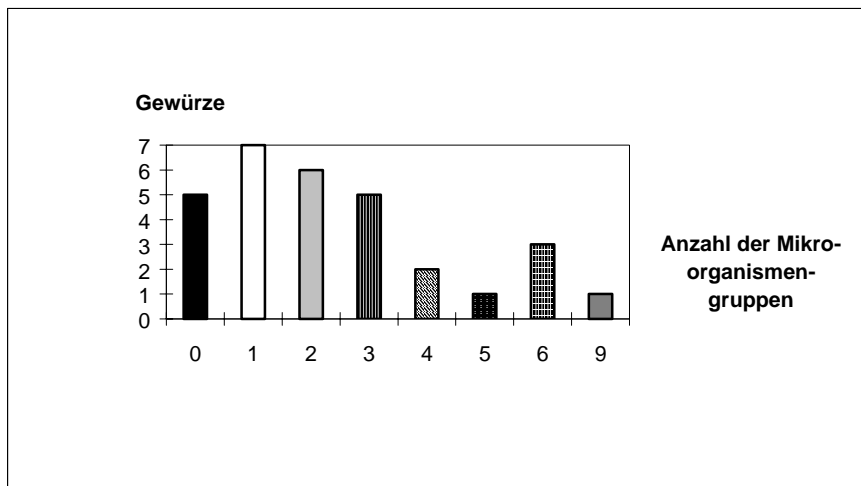


Bei den unbelasteten Gewürzen stellt sich die Frage, ob diese eventuell einer Bestrahlung unterzogen worden sind. Da der Nachweis solch einer Behandlung aufwendig ist und spezielle Versuchssysteme erfordert, wurde darauf im Rahmen der vorliegenden Arbeit verzichtet. Die Deklaration der Proben gab keinerlei Hinweis auf eine mögliche Strahlenbehandlung.

Das Keimspektrum umfasst eine weite Bandbreite. So konnten 14x Schimmelpilze, 13x sulfitreduzierende Anaerobier, 10x *Bacillus cereus*, je 7x Hefen und Enterobakteriaceen, 6x Coliforme, 5x Laktobazillen, je 3x Pseudomonaden und *Listeria monocytogenes*, 2x säuretolerante Laktobazillen und je 1x Aeromonaden, Mikrokokken, Enterokokken sowie *E. coli* nachgewiesen werden. Salmonellen und koagulase positive Staphylokokken fanden sich in keinem Fall.

Das Keimspektrum pro Gewürz reichte von 0 bis 9 verschiedenen Keimen. 5 Proben zeigten keine Keime auf, 7x konnte je eine Keimart, 6x konnten zwei Keimarten, 5x konnten drei Keimarten, 2x konnten vier Keimarten, 1x konnten fünf Keimarten, 3x konnten sechs Keimarten und einmal sogar neun verschiedenen Mikroorganismengruppen nachgewiesen werden (Abb. 9).

Abb. 9: Anzahl der verschiedenen Keimgruppen pro Gewürz



Die Höchstwerte der einzelnen Mikroorganismen und ihre Verteilung auf die einzelnen Gewürze sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Ergänzend sind die Ergebnisse des mikrobiologischen Gesamtstatus in den Tabellen 8 bis 11 aufgeführt.

Abschließend soll der Befund hervorgehoben werden, dass kein Gewürz die von der DGHM (Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie) festgelegten Richt- und Warnwerte (vgl. Tab. 6) überschritten hat.

Tab. 6: Richt- u. Warnwerte für Gewürze, die zur Abgabe an den Verbraucher (§ 6 LMBG) bestimmt sind oder in der untersuchten Form dem Lebensmittel zugesetzt und keinem keimreduzierendem Verfahren unterworfen werden (in KbE/g)

	Richtwert	Warnwert
Salmonellen	-----	n. n. in 25g
Staphylococcus aureus	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Bacillus cereus	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$
Escherichia coli	$1,0 \times 10^4$	-----
Sulfitreduzierende Clostridien	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$
Schimmelpilze	$1,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$

n. n.: nicht nachweisbar

Tab. 7: Verteilung der Mikroorganismengruppe auf die einzelnen Gewürze und ermittelte Maximalwerte

Keimart	nachgewiesen in:	Maximum (KbE/g)	Gewürz mit Maximum
mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	in allen ausser: Basilikum, Nelken, Rosmarin, Senfsaat gem., Sumak	6.0×10^6	Galgant
aerob wachsende Milchsäurebakterien	Fenchel, Knoblauch, Zwiebel, Petersilie, Selleriesaat	5.1×10^3	Selleriesaat
Laktobazillen	Knoblauch, Selleriesaat	2.7×10^3	Selleriesaat
Pseudomonaden	Bohnenkraut, Cayenne, Selleriesaat	8.4×10^3	Cayenne
Aeromonaden	Kümmel	1.1×10^4	Kümmel
koagulase positive Staphylokokken		unter der Nachweisgrenze	
Mikrokokken	Fenchel	3.0×10^2	Fenchel
Listeria monozytogenes	Paprika, Pfeffer, Piment	3.0×10^3	Paprika
sulfitreduzierende Anaerobier	Beifuß, Bohnenkraut, Cayenne, Fenchel, Koriander, Kümmel, Lorbeer, Paprika, Pfeffer, Pfefferminze, Salbei, Sternanis, Thymian	3.2×10^3	Salbei
Enterokokken	Fenchel	2.0×10^2	Fenchel
Enterobakteriaseen	Anis, Bohnenkraut, Cayenne, Fenchel, Kümmel, Pfefferminze, Selleriesaat	3.6×10^4	Anis
Coliforme	Anis, Cayenne, Fenchel, Kümmel, Pfefferminze, Selleriesaat,	1.8×10^4	Kümmel
E. coli	Koriander	1.0×10^1	Koriander
Bacillus cereus	Beifuß, Cayenne, Fenchel, Koriander, Kurkuma, Majoran, Oregano, Piment, Selleriesaat, Zwiebel	1.0×10^4	Zwiebelgranulat
Hefen	Bohnenkraut, Fenchel, Kardamom, Kümmel, Oregano, Paprika, Zwiebel	6.0×10^4	Oregano
Schimmelpilze	Bohnenkraut, Beifuß, Cayenne, Fenchel, Ingwer, Kümmel, Kurkuma, Macis, Majoran, Oregano, Paprika, Pfefferminze, Piment, Salbei,	1.0×10^5	Oregano
Salmonellen in 25g		negativ	

Tab. 8: Gesamtstatus (KbE/g)

Keimart :	Anis	Basili- kum	Beifuß	Bohnen- kraut	Cayenne	Curry	Dill	Fenchel, ganz	Galgant, gem.
mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	3.3×10^5	$< 10^2$	3.6×10^4	4.5×10^3	7.5×10^4	2.0×10^2	3.5×10^2	2.7×10^5	6.0×10^6
aerob wachsende Milchsäure Bakterien	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	2.4×10^3	$< 10^2$
Laktobazillen	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Pseudomonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	4.0×10^2	8.4×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Aeromonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
koagulase positive Stapylokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Mikrokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	3.0×10^2	$< 10^2$
L. monozytogenes	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
sulfitreduzierende Anaerobier	$< 10^1$	$< 10^1$	5.0×10^1	4.0×10^1	4.0×10^2	$< 10^1$	$< 10^1$	8.0×10^2	$< 10^1$
Enterokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	2.0×10^2	$< 10^2$
Enterobakteriazeen	3.6×10^4	$< 10^2$	$< 10^2$	8.0×10^2	4.2×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	2.0×10^3	$< 10^2$
Coliforme	6.4×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	4.0×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	4.0×10^2	$< 10^2$
E.Coli	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$
Bacillus Cereus	$< 10^2$	$< 10^2$	1.2×10^3	$< 10^2$	2.4×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	2.0×10^3	$< 10^2$
Hefen	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	2.0×10^1	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.2×10^4	$< 10^2$
Schimmelpilze	$< 10^2$	$< 10^2$	2.0×10^2	4.0×10^2	4.0×10^4	$< 10^2$	$< 10^2$	1.2×10^4	$< 10^2$
Salmonellen in 25g	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Tab 9: Gesamtstatus (KbE/g)

Keimart:	Ingwer, gem.	Kardamom	Kno-blauch	Korian-der	Kümmel	Kurkuma	Lorbeer-blätter	Macis, gem.	Majoran
mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	2.7×10^3	2.0×10^3	9.1×10^4	6.0×10^4	6.2×10^4	1.0×10^4	$< 10^2$	9.1×10^4	2.5×10^4
aerob wachsende Milchsäure Bakterien	$< 10^2$	$< 10^2$	9.1×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Laktobazillen	$< 10^2$	$< 10^2$	1.1×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Pseudomonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Aeromonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.1×10^4	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
koagulase positive Stapylokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Mikrokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
L. monozytogenes	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
sulfitreduzierende Anaerobier	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	2.0×10^1	5.0×10^2	$< 10^1$	2.0×10^2	$< 10^1$	$< 10^1$
Enterokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Enterobakteriazeen	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	3.3×10^4	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Coliforme	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.8×10^4	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
E.Coli	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	1.0×10^1	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$
Bacillus Cereus	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	4.0×10^3	$< 10^2$	6.0×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	2.0×10^2
Hefen	$< 10^2$	1.8×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	4.7×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Schimmelpilze	2.0×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.2×10^3	2.0×10^2	$< 10^2$	1.2×10^2	5.6×10^2
Salmonellen in 25g	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

Tab. 10: Gesamtstatus (KbE/g)

Keimart:	Muskat- nuß	Nelken, ganz	Oregano	Paprika, edelsüß	Peter- silie	Pfeffer, sw.	Pfeffer- minze	Piment	Ros- marin
mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	2.2×10^2	$< 10^2$	3.7×10^6	1.0×10^6	3.5×10^3	3.8×10^4	4.4×10^4	2.0×10^5	$< 10^2$
aerob wachsende Milchsäure Bakterien	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.3×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Laktobazillen	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Pseudomonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Aeromonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
koagulase positive Stapylokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Mikrokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
L. monozytogenes	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	3.0×10^3	$< 10^2$	3.0×10^2	$< 10^2$	1.6×10^3	$< 10^2$
sulfitreduzierende Anaerobier	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	6.0×10^1	$< 10^1$	6.0×10^1	2.0×10^2	$< 10^1$	$< 10^1$
Enterokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Enterobakteriazeen	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.3×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$
Coliforme	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.0×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$
E.Coli	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^2$	$< 10^1$
Bacillus Cereus	$< 10^2$	$< 10^2$	2.1×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	4.0×10^3	$< 10^2$
Hefen	$< 10^2$	$< 10^2$	6.0×10^4	2.0×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Schimmelpilze	$< 10^2$	$< 10^2$	1.0×10^5	2.0×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	1.0×10^2	3.3×10^3	$< 10^2$
Salmonellen in 25g	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg	neg

Tab. 11: Gesamtstatus (KbE/g)

Keimart:	Salbei	Sellerie- saat	Senf- saat, ganz	Senf- saat, gem.	Stern- anis	Sumak	Thymian	Zwiebel- granulat	Zimt, gem
mesophile aerobe Gesamtkeimzahl	2.0×10^4	5.5×10^4	2.2×10^2	$< 10^2$	1.6×10^3	$< 10^2$	2.0×10^2	2.5×10^4	5.8×10^3
aerob wachsende Milchsäure Bakterien	$< 10^2$	5.1×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	6.4×10^2	$< 10^2$
Laktobazillen	$< 10^2$	2.7×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Pseudomonaden	$< 10^2$	4.2×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Aeromonaden	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
koagulase positive Stapylokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Mikrokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
L. monozytogenes	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^1$
sulfitreduzierende Anaerobier	3.2×10^3	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	2.0×10^1	$< 10^1$	1.0×10^1	$< 10^1$	$< 10^1$
Enterokokken	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Enterobakteriazeen	$< 10^2$	3.8×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Coliforme	$< 10^2$	2.9×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
E.Coli	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$	$< 10^1$
Bacillus Cereus	$< 10^2$	4.0×10^2	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	1.0×10^4	$< 10^2$
Hefen	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	4.0×10^2	$< 10^2$
Schimmelpilze	6.0×10^3	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
Salmonellen in 25g	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg

4.2 Salmonellawachstumskurven ohne Gewürzeinfluss

Für fünf verschiedene Salmonellaisolate wurden - wie unter Kap. 3.1.2 beschrieben - Versuche zur Erstellung von Wachstumskurven ohne Gewürzeinfluss durchgeführt. Die Ergebnisse sind sowohl tabellarisch (Tab. 12 u. 13) als auch graphisch (Abb. 10a-e) dargestellt.

Tab. 12 u. 13: Salmonellakonzentrationen im Zeitraum 0-16 h, bzw. 0-30 h

Tab. 12: Salmonella Typhimurium (a, b) u. S. Typhimurium v. Copenhagen (c)

t in h	a		b		c	
	PC	BPLS	PC	BPLS	PC	BPLS
0	$9,10 \times 10^2$	$5,8 \times 10^2$	$4,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
2	$6,70 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$9,8 \times 10^2$	$6,7 \times 10^2$
4	$2,90 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
6	$7,80 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$1,5 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$9,1 \times 10^5$
8	$4,40 \times 10^7$	$4,0 \times 10^7$	$6,2 \times 10^7$	$3,6 \times 10^7$	$4,0 \times 10^7$	$3,9 \times 10^7$
10	$5,10 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$	$6,7 \times 10^8$	$3,8 \times 10^8$	$9,1 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$
12	$2,20 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$	$6,7 \times 10^8$	$1,6 \times 10^9$	$8,9 \times 10^8$
14	$2,50 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,8 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$	$2,4 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$
16	$2,90 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$	$1,5 \times 10^9$	$2,2 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$

PC: Plate Count, BPLS: Brilliantgrün-Phenolrot-Lactose-Saccharose-Agar

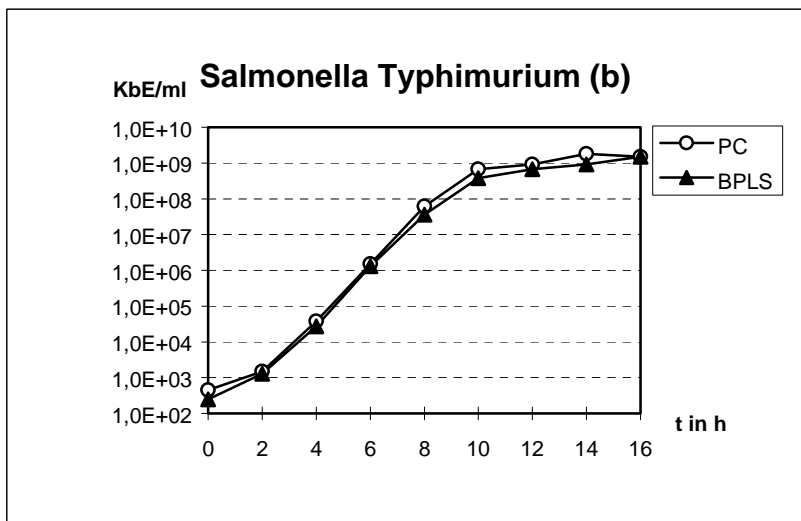
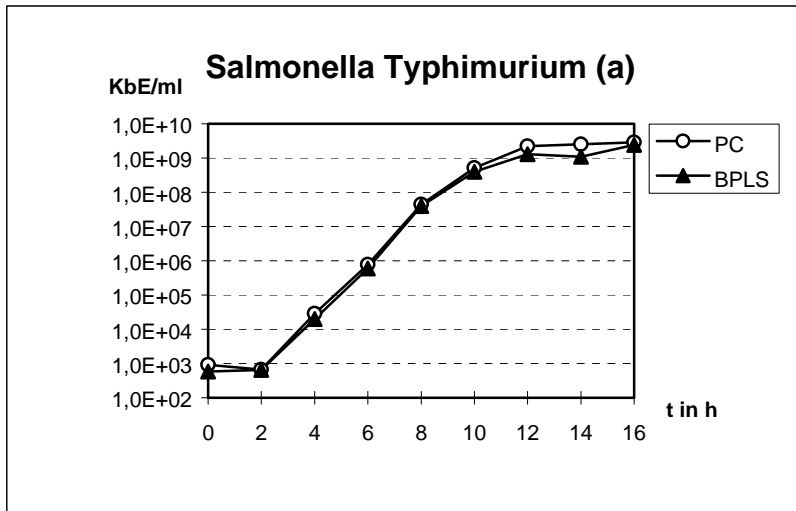
Tab. 13: Salmonella Enteritidis (d, e)

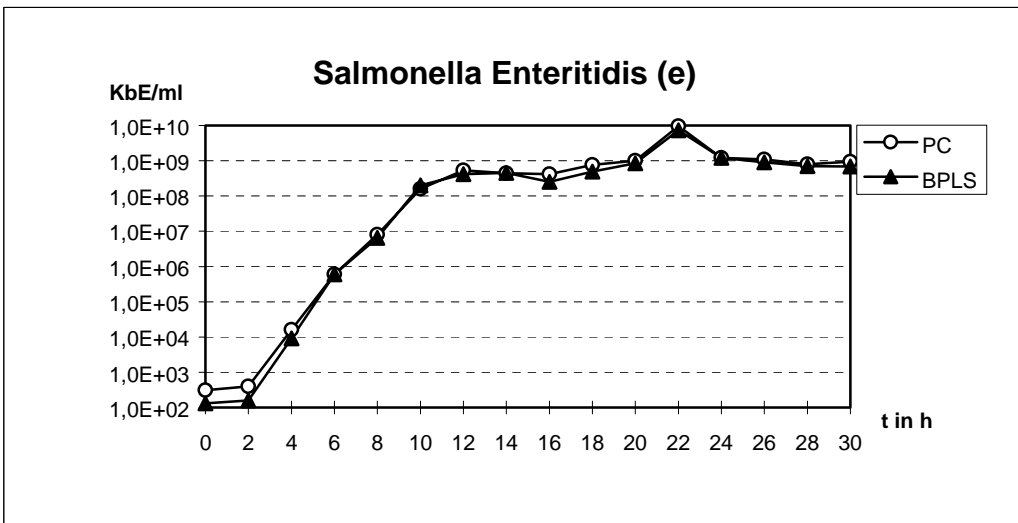
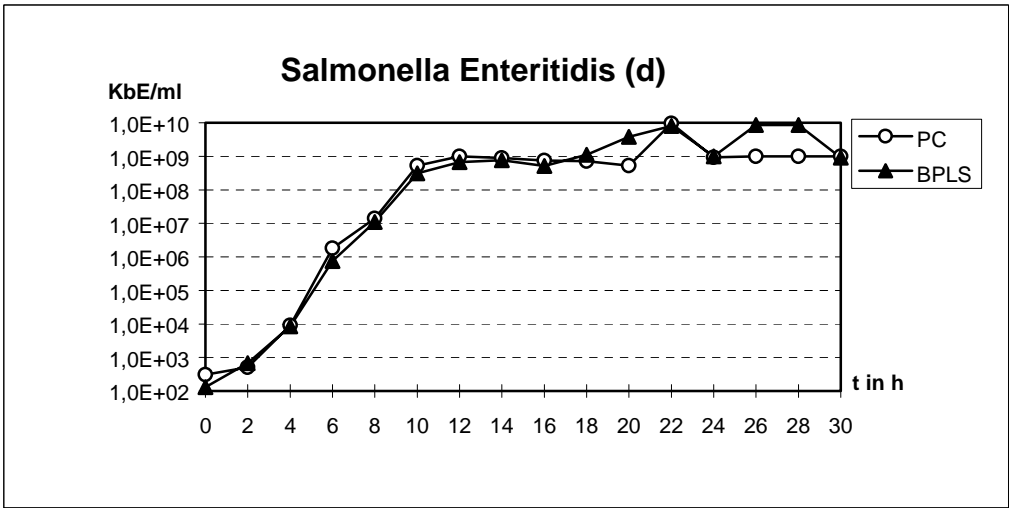
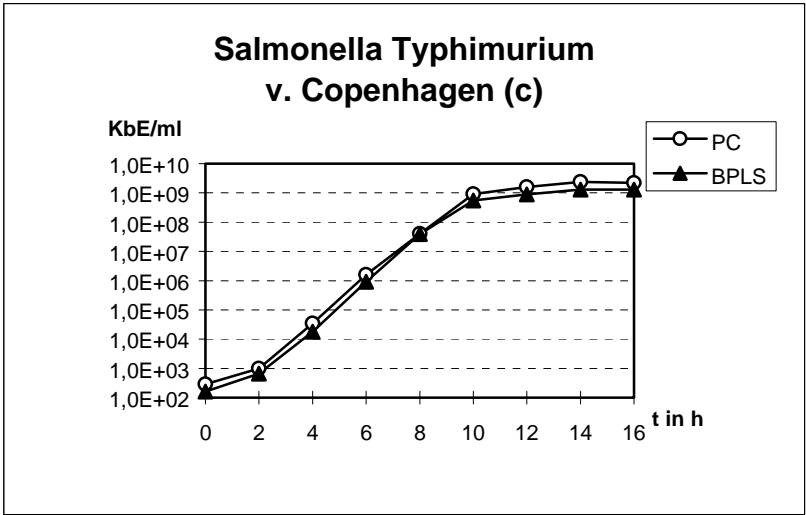
t in h	d		e	
	PC	BPLS	PC	BPLS
0	$3,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
2	$5,1 \times 10^2$	$6,7 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
4	$9,1 \times 10^3$	$8,5 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$9,1 \times 10^3$
6	$1,8 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$
8	$1,4 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$8,0 \times 10^6$	$6,5 \times 10^6$
10	$5,3 \times 10^8$	$3,1 \times 10^7$	$1,6 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$
12	$1,0 \times 10^9$	$6,7 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$	$4,2 \times 10^8$
14	$8,9 \times 10^8$	$7,6 \times 10^8$	$4,4 \times 10^8$	$4,5 \times 10^8$
16	$7,5 \times 10^8$	$5,1 \times 10^8$	$4,2 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$
18	$7,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	$7,6 \times 10^8$	$4,9 \times 10^8$
20	$5,3 \times 10^8$	$3,8 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$8,4 \times 10^8$
22	$9,5 \times 10^9$	$8,0 \times 10^8$	$9,5 \times 10^9$	$7,3 \times 10^9$
24	$9,3 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$
26	$1,0 \times 10^9$	$8,5 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$
28	$1,0 \times 10^9$	$8,5 \times 10^9$	$8,0 \times 10^8$	$7,1 \times 10^8$
30	$1,0 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$	$9,5 \times 10^8$	$6,9 \times 10^8$

Die Ausgangskonzentration der Salmonellen betrug zur Zeit 0h stets 10^2 KbE/ml. Zwischen den einzelnen Isolaten konnten nur minimale Unterschiede hinsichtlich der Wachstumsgeschwindigkeit registriert werden. Für diese Mikroorganismen typisch, zeigten sie eine bis zu vier Stunden dauernde Lag-Phase mit anschließenden exponentiellem Wachstum bis zum Zeitpunkt $t = 10$ h. Das erreichte Maximum von

10^8 KbE/ml wurde konstant bis zum Ende des Versuches (t = 16h, bzw. 30h) gehalten (Plateaubildung).

Abb. 10a-e: Wachstumskurven ohne Gewürzeinfluss





4.3 Salmonellawachstumskurven mit Gewürzeinfluss

Nach der Ermittlung der Wachstumsverläufe unter Optimalbedingungen wurden für die fünf Salmonellaisolate die entsprechenden Kurven unter Zugabe aller 36 Gewürze erstellt. Die Einzelergebnisse sind im Anhang aufgeführt.

Bei den Versuchen zur Salmonellavermehrung in Peptonwasser kristallisierten sich drei grundsätzliche Reaktionsmuster heraus.

Abb. 11: keine Hemmung

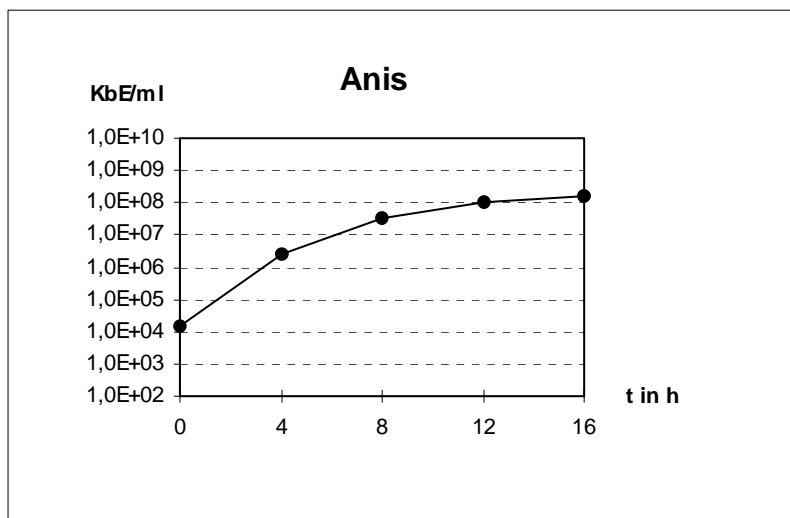


Abb. 12: unvollständige Hemmung

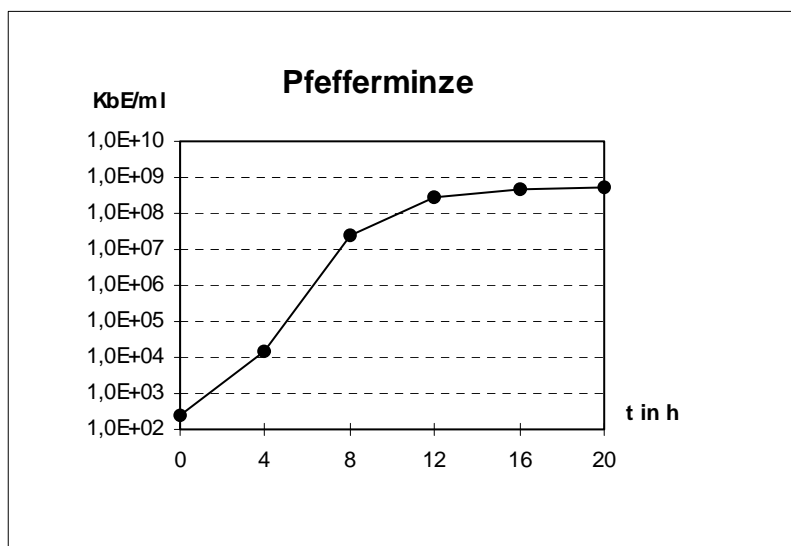
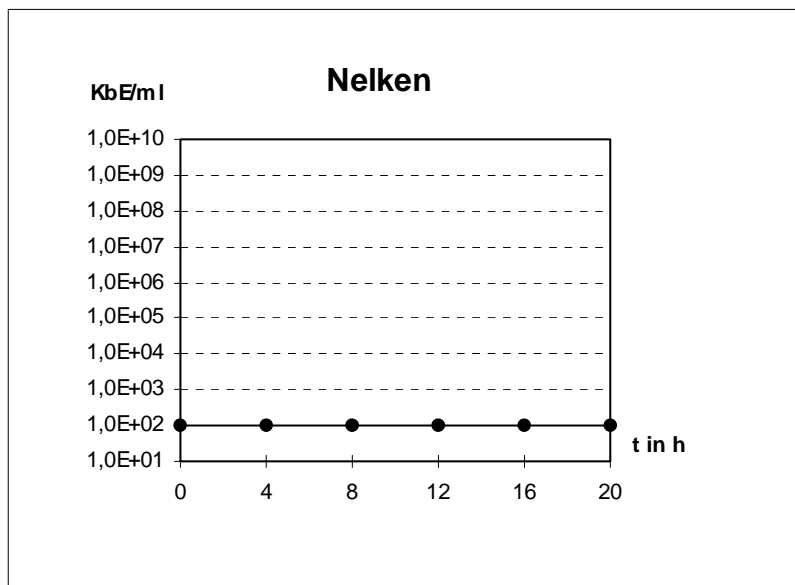


Abb. 13: vollständige Hemmung



Bei einigen Gewürzen stieg die Salmonellendichte innerhalb von 20 Stunden nicht nachweisbar an (Abb. 13, Bsp. Nelken), die Erregervermehrung war mithin vollständig gehemmt. Andere Proben erbrachten zumindest eine unvollständige Hemmung (Abb. 12, Bsp. Pfefferminze). Die Zunahme der Keimzahlen verzögerte sich deutlich. Die Werte erreichten aber nach 20 Stunden einen Wert im Bereich von 10^6 bis 10^7 KbE/ml. Eine dritte Gruppe von Gewürzen übte keine nennenswerte Hemmwirkung aus (Abb. 11, Bsp. Anis).

Anhand der zeitlichen Entwicklung der Mittelwerte (5 Bestimmungen) der Keimzahlen (Tab.14) lassen sich die Gewürze aufgrund ihrer Wirkung auf die Salmonellen sowie die Gesamtkeimzahl charakterisieren.

- Keinerlei Einfluss der Gewürzinhaltsstoffe auf das Wachstum von Salmonellen nahmen Anis, Beifuß, Cardamom, Cayenne, Curry, Dill, Fenchel, Ingwer, Koriander, Kümmel, Kurkuma, Lorbeerblätter, Macis, Majoran, Muskatnuss, Paprika, Petersilie, Rosmarin, Selleriesaat, Senfsaat ganz, Sternanis und Thymian.
- Eine totale Hemmung des Wachstums von Salmonellen und der aeroben mesophilen Keime – und zwar im sterilen und/ auch im nicht erhitztem Zustand - bewirkten Nelken sowie Sumak.
- Zimt besitzt inhibitorische Effekte im erhitzten Zustand gegenüber den inokulierten aeroben mesophilen Keimen und Salmonellen. In der nicht autoklavierten Form hemmte es andererseits einzig die Salmonellen. Galgant und

Basilikum wiesen ein ähnliches Verhalten auf. So hemmten sie im unsterilen Zustand lediglich die Salmonellen, während die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl bei 10^5 bzw. 10^8 KbE/ml blieb. In erhitzter Form trat bei Galgant eine Hemmung aller Mikroorganismen ein. Diese hielt bis zur 16. Stunde an, ließ dann aber nach, weshalb die Keimdichte aller Bakterien auf 10^3 KbE/ml anstieg. Basilikum zeigte insgesamt eine verzögerte Wachstumshemmung in diesem Zustand.

- d) Eine vollständige Hemmung sämtlicher Mikroorganismen - allerdings nur in erhitzter Form - konnte bei Bohnenkraut, Oregano, Piment und Salbei nachgewiesen werden.
- e) Eine vollständige Inhibition aller Keime gleichermaßen, aber im Gegensatz zu den unter d) genannten Gewürzen auch im nicht autoklavierten Zustand, war bei Senfsaat gemahlen zu beobachten. Knoblauch beeinträchtigte in dieser Form lediglich das Salmonellenwachstum.
- f) Pfefferminze und Zwiebelgranulat ließen eine Beeinflussung der Mikroorganismen ohne eine totale Hemmung erkennen. So trat bei Pfefferminze in erhitzter Form bis zur 12. Stunde eine inhibitorische Wirkung auf alle vorhandenen Mikroorganismen ein, danach stieg die Keimdichte auf bis zu 10^7 KbE/ml an. Ein verzögertes Wachstum der Salmonellen zeigte sich bei Zwiebelgranulat. Hier erreichte die Keimdichte 10^6 KbE/ml.

Tab. 14/1-36: Salmonellakonzentration mit Gewürzeinfluss, Mittelwerte

Anis

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$4,2 \times 10^4$	$1,7 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
4	$8,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
8	$1,2 \times 10^7$	$2,7 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$7,1 \times 10^5$	$6,8 \times 10^5$
12	$1,2 \times 10^8$	$3,4 \times 10^7$	$6,8 \times 10^7$	$6,4 \times 10^7$	$6,5 \times 10^7$
16	$3,5 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$	$9,9 \times 10^7$
20	$3,3 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$3,9 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$

Basilikum

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,3 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$2,5 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$3,6 \times 10^7$	$<10^2$	$2,4 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$4,4 \times 10^3$
12	$8,7 \times 10^7$	$<10^2$	$1,7 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
16	$2,8 \times 10^8$	$<10^2$	$1,9 \times 10^5$	$2,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$
20	$1,1 \times 10^8$	$<10^2$	$4,6 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$	$4,6 \times 10^6$

Beifuß

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,1 \times 10^4$	$3,4 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
4	$2,5 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$8,6 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$
8	$2,3 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$	$8,6 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	$7,3 \times 10^4$
12	$5,4 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$	$9,4 \times 10^7$	$5,2 \times 10^7$
16	$6,6 \times 10^8$	$6,3 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$1,8 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$
20	$7,7 \times 10^8$	$7,2 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$

Bohnenkraut

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$4,6 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
4	$2,4 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$3,7 \times 10^5$	$3,4 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$3,2 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$9,0 \times 10^8$	$8,7 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$9,1 \times 10^8$	$8,7 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Cardamom

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$7,1 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$4,5 \times 10^4$	$4,2 \times 10^3$	$4,1 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
8	$2,1 \times 10^7$	$2,2 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$9,8 \times 10^5$	$1,1 \times 10^6$
12	$3,7 \times 10^8$	$1,2 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$
16	$4,8 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$
20	$7,4 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$	$4,8 \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$	$3,8 \times 10^8$

Cayenne

	nicht autoklaviert		autoklaviert	
t(h)	PC	BPLS	PC	BPLS
0	$1,4 \times 10^6$	nicht auswertbar	$4,0 \times 10^2$	$2,8 \times 10^8$
4	$2,0 \times 10^6$		$1,9 \times 10^3$	$3,4 \times 10^3$
8	$1,2 \times 10^8$		$5,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$
12	$1,0 \times 10^9$		$8,7 \times 10^7$	$8,0 \times 10^7$
16	$1,3 \times 10^9$		$1,1 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$
20	$1,5 \times 10^9$		$1,1 \times 10^9$	$9,3 \times 10^8$

Curry

	nicht autoklaviert		autoklaviert	
t(h)	PC	BPLS	PC	BPLS
0	nicht auswertbar		$3,0 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$
4	$2,7 \times 10^5$	$6,5 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
8	$3,9 \times 10^7$	$4,5 \times 10^7$	$4,9 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$
12	$1,3 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$9,0 \times 10^8$	$8,1 \times 10^8$
16	$1,5 \times 10^9$	$8,3 \times 10^8$	$8,8 \times 10^8$	$7,8 \times 10^8$
20	$1,3 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$	$8,2 \times 10^8$	$7,8 \times 10^8$

Dill

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,6 \times 10^3$	$4,8 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
4	$5,1 \times 10^4$	$5,1 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$
8	$9,0 \times 10^7$	$8,6 \times 10^7$	$8,7 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$	$6,6 \times 10^5$
12	$6,8 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$
16	$9,6 \times 10^8$	$7,5 \times 10^8$	$7,7 \times 10^8$	$7,2 \times 10^8$	$6,6 \times 10^8$
20	$1,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$9,8 \times 10^8$	$8,6 \times 10^8$	$8,0 \times 10^8$

Fenchel

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$7,9 \times 10^5$	$3,8 \times 10^4$	$2,0 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$
4	$5,0 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	$2,9 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$
8	$1,4 \times 10^8$	$8,6 \times 10^7$	$3,9 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$
12	$1,0 \times 10^9$	$7,3 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$9,7 \times 10^8$
16	$9,4 \times 10^8$	$3,9 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$	$9,4 \times 10^8$	$9,7 \times 10^8$
20	$1,0 \times 10^9$	$3,8 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$	$9,2 \times 10^8$	$9,2 \times 10^8$

Galgant

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$6,0 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$6,6 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$5,1 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$2,5 \times 10^5$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$3,0 \times 10^5$	$<10^2$	$9,3 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$7,6 \times 10^2$
20	$3,1 \times 10^5$	$<10^2$	$2,5 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$

Ingwer

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,1 \times 10^3$	$6,4 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$
4	$6,6 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$
8	$4,3 \times 10^6$	$5,3 \times 10^6$	$3,6 \times 10^6$	$4,5 \times 10^6$	$3,1 \times 10^6$
12	$9,2 \times 10^8$	$8,2 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	$9,5 \times 10^8$	$9,5 \times 10^8$
16	$1,1 \times 10^9$	$9,4 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$9,8 \times 10^8$
20	$1,1 \times 10^9$	$9,9 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$	$9,6 \times 10^8$	$9,1 \times 10^9$

Knoblauch

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,6 \times 10^3$	$<10^2$	$2,4 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$
4	$2,2 \times 10^3$	$<10^2$	$1,4 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$
8	$2,0 \times 10^5$	$<10^2$	$9,5 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$	$6,5 \times 10^4$
12	$3,8 \times 10^7$	$<10^2$	$4,0 \times 10^7$	$2,9 \times 10^7$	$7,1 \times 10^7$
16	$1,8 \times 10^8$	$<10^2$	$6,4 \times 10^8$	$5,0 \times 10^8$	$5,4 \times 10^8$
20	$1,3 \times 10^8$	$<10^2$	$5,0 \times 10^8$	$3,8 \times 10^8$	$3,9 \times 10^8$

Koriander

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,7 \times 10^5$	$1,1 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
4	$1,1 \times 10^6$	$6,5 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$
8	$1,5 \times 10^8$	$4,1 \times 10^7$	$6,3 \times 10^7$	$5,3 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$
12	$7,6 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$	$5,9 \times 10^8$	$5,8 \times 10^8$	$5,4 \times 10^8$
16	$9,5 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$	$7,9 \times 10^8$	$7,4 \times 10^8$
20	$8,7 \times 10^8$	$4,2 \times 10^8$	$8,5 \times 10^8$	$7,4 \times 10^8$	$8,4 \times 10^8$

Kümmel

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$3,6 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
4	$6,2 \times 10^6$	$3,0 \times 10^5$	$4,2 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$6,0 \times 10^4$
8	$8,2 \times 10^7$	$8,9 \times 10^7$	$5,8 \times 10^7$	$4,4 \times 10^7$	$5,3 \times 10^7$
12	$1,2 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$8,8 \times 10^8$	$8,9 \times 10^8$
16	$1,1 \times 10^9$	$8,9 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	$8,6 \times 10^8$	$1,0 \times 10^9$
20	$1,3 \times 10^9$	$9,2 \times 10^8$	$1,2 \times 10^9$	$9,7 \times 10^8$	$9,1 \times 10^8$

Kurkuma

	nicht autoklaviert		autoklaviert	
t(h)	PC	BPLS	PC	BPLS
0	$1,5 \times 10^6$	nicht auswertbar	$6,2 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$
4	$2,0 \times 10^6$		$5,8 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$
8	$7,1 \times 10^6$		$3,4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$
12	$6,9 \times 10^8$		$8,0 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$
16	$1,1 \times 10^9$		$8,8 \times 10^8$	$8,3 \times 10^8$
20	$1,0 \times 10^9$	$2,5 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	$8,5 \times 10^8$

Lorbeerblätter

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$4,7 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$
4	$3,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$8,6 \times 10^3$
8	$9,1 \times 10^6$	$8,9 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$9,0 \times 10^6$	$6,6 \times 10^6$
12	$6,3 \times 10^8$	$5,0 \times 10^8$	$5,2 \times 10^8$	$5,7 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$
16	$7,5 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$	$6,4 \times 10^8$	$7,6 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$
20	$6,2 \times 10^8$	$5,0 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$	$6,3 \times 10^8$

Macis

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,9 \times 10^3$	$1,6 \times 10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$7,1 \times 10^3$	$5,9 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
8	$2,0 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	$4,4 \times 10^5$	$6,7 \times 10^5$	$4,5 \times 10^5$
12	$1,7 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$5,2 \times 10^7$	$7,7 \times 10^7$	$7,0 \times 10^7$
16	$4,4 \times 10^8$	$5,1 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$
20	$2,9 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$

Majoran

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$4,6 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$
4	$7,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^2$	$9,4 \times 10^2$	$6,2 \times 10^2$
8	$1,8 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	$6,5 \times 10^4$	$2,4 \times 10^5$	$4,4 \times 10^4$
12	$2,1 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$6,2 \times 10^7$	$9,1 \times 10^7$	$9,4 \times 10^7$
16	$6,8 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$	$8,1 \times 10^8$	$7,2 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$
20	$8,5 \times 10^8$	$7,7 \times 10^8$	$9,6 \times 10^8$	$8,3 \times 10^8$	$7,9 \times 10^8$

Muskatnuss

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,1 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$1,3 \times 10^2$
4	$7,5 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$
8	$3,5 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$
12	$1,4 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$
16	$5,6 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$
20	$3,5 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$	$1,9 \times 10^8$	$2,3 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$

Nelken

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Oregano

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$3,8 \times 10^4$	$4,2 \times 10^3$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$4,9 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$4,9 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$8,9 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$3,9 \times 10^8$	$2,8 \times 10^7$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$3,5 \times 10^8$	$1,5 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Paprika

t/h	nicht autoklaviert		autoklaviert	
	PC	BPLS	PC	BPLS
0	$1,4 \times 10^5$	$4,2 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$
4	$3,0 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$	$9,9 \times 10^3$
8	$1,9 \times 10^8$	$3,2 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$2,1 \times 10^6$
12	$1,2 \times 10^9$	$6,0 \times 10^8$	$1,5 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$
16	$1,3 \times 10^9$	$7,2 \times 10^8$	$1,2 \times 10^9$	$9,5 \times 10^8$

Petersilie

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,9 \times 10^3$	$2,6 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
4	$6,5 \times 10^5$	$3,1 \times 10^4$	$7,2 \times 10^3$	$6,3 \times 10^3$	$5,8 \times 10^3$
8	$2,8 \times 10^7$	$5,8 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$5,0 \times 10^6$	$4,9 \times 10^6$
12	$6,7 \times 10^8$	$6,4 \times 10^8$	$7,3 \times 10^8$	$7,1 \times 10^8$	$6,6 \times 10^8$
16	$7,8 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$
20	$8,7 \times 10^8$	$8,0 \times 10^8$	$9,5 \times 10^8$	$9,2 \times 10^8$	$8,7 \times 10^8$

Pfeffer

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,8 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$
4	$3,2 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$5,5 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$	$5,4 \times 10^3$
8	$3,3 \times 10^7$	$5,2 \times 10^6$	$5,6 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$
12	$9,3 \times 10^8$	$8,0 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$	$4,7 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$
16	$1,3 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$
20	$1,3 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$

Pfefferminze

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
4	$4,5 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$2,0 \times 10^7$	$2,4 \times 10^7$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$4,2 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$	$1,2 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$	$7,2 \times 10^5$
16	$7,0 \times 10^8$	$4,7 \times 10^8$	$3,4 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
20	$6,2 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$	$1,4 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$

Piment

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,8 \times 10^5$	$2,3 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$
4	$9,5 \times 10^5$	$3,1 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$1,5 \times 10^7$	$4,3 \times 10^6$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$4,2 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$3,7 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$4,7 \times 10^8$	$3,1 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Rosmarin

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,2 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$
4	$1,3 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$9,1 \times 10^2$	$9,1 \times 10^2$	$4,7 \times 10^3$
8	$1,7 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^6$	$7,8 \times 10^5$	$6,7 \times 10^5$
12	$9,2 \times 10^8$	$8,5 \times 10^8$	$4,7 \times 10^8$	$3,6 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$
16	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$9,0 \times 10^8$	$9,6 \times 10^8$
20	$1,3 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$

Salbei

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,4 \times 10^3$	$1,8 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$<10^2$
4	$3,6 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$7,3 \times 10^7$	$3,6 \times 10^7$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$7,2 \times 10^8$	$5,9 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$1,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$8,5 \times 10^8$	$7,5 \times 10^8$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Selleriesaat

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$7,1 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
4	$3,7 \times 10^4$	$3,1 \times 10^4$	$7,7 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$	$5,8 \times 10^3$
8	$4,9 \times 10^7$	$4,0 \times 10^7$	$3,3 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$
12	$3,9 \times 10^8$	$3,9 \times 10^8$	$4,9 \times 10^8$	$5,0 \times 10^8$	$4,8 \times 10^8$
16	$5,9 \times 10^8$	$5,2 \times 10^8$	$5,4 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$	$4,9 \times 10^8$
20	$5,0 \times 10^8$	$5,4 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$	$4,2 \times 10^8$	$3,7 \times 10^8$

Senfsaat, ganz

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,7 \times 10^2$	$<10^2$	$1,3 \times 10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$9,0 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$7,2 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$
8	$6,1 \times 10^6$	$5,8 \times 10^6$	$7,1 \times 10^6$	$4,7 \times 10^6$	$5,7 \times 10^6$
12	$2,2 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$1,6 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$
16	$4,1 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$	$2,8 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$
20	$7,3 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$	$5,8 \times 10^8$	$5,8 \times 10^8$

Senfsaat, gemahlen

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$<10^2$	$<10^2$	$5,8 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$	$5,7 \times 10^4$
12	$<10^2$	$<10^2$	$6,2 \times 10^6$	$5,7 \times 10^6$	$6,3 \times 10^6$
16	$<10^2$	$<10^2$	$2,6 \times 10^8$	$2,1 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$
20	$<10^2$	$<10^2$	$5,4 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$	$5,3 \times 10^8$

Sternanis

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$1,5 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$1,6 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$8,2 \times 10^3$	$7,2 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$
8	$1,3 \times 10^7$	$1,4 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$9,7 \times 10^6$	$8,6 \times 10^6$
12	$1,9 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,0 \times 10^8$
16	$6,5 \times 10^8$	$3,3 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	$2,4 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$
20	$3,4 \times 10^8$	$2,5 \times 10^8$	$3,8 \times 10^8$	$4,9 \times 10^8$	$2,6 \times 10^8$

Sumak

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
4	$1,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Thymian

	nicht autoklaviert		autoklaviert		
t(h)	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
4	$7,0 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
8	$1,1 \times 10^6$	$8,9 \times 10^5$	$3,4 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$
12	$4,0 \times 10^8$	$3,3 \times 10^8$	$2,0 \times 10^8$	$8,4 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$
16	$1,2 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$
20	$1,2 \times 10^9$	$1,0 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$1,1 \times 10^9$	$1,2 \times 10^9$

Zimt

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$4,5 \times 10^3$	$<10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	$2,8 \times 10^2$
4	$2,0 \times 10^3$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
8	$7,2 \times 10^3$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
12	$2,0 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
16	$2,8 \times 10^4$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
20	$1,7 \times 10^3$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$

Zwiebelgranulat

t(h)	nicht autoklaviert		autoklaviert		
	PC	RA	PC	BPLS	RA
0	$2,6 \times 10^4$	$2,0 \times 10^2$	$4,8 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2$
4	$9,2 \times 10^3$	$9,6 \times 10^2$	$8,3 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$
8	$6,1 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$	$5,0 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$
12	$4,5 \times 10^5$	$2,4 \times 10^3$	$1,3 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$
16	$3,6 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$	$7,4 \times 10^8$	$6,3 \times 10^8$	$6,3 \times 10^8$
20	$1,7 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$8,6 \times 10^8$	$8,2 \times 10^8$	$7,9 \times 10^8$

4.4 Wiederfindung von Salmonellen in Gewürzen

Wie in Kap. 3.1.4 beschrieben, wurden 36 verschiedene Gewürze jeweils mit 400 KbE/ml Salmonellen inkubiert und die Nachweisbarkeit dieser Keime in 25 g überprüft. Bei einem Voranreicherungsverhältnis von 1:10 (Probe: gepuffertes Peptonwasser) konnten bei 30 der 36 Gewürze die Mikroorganismen eindeutig reisoliert werden. Für Basilikum, Galgant, Knoblauch, Majoran, Pfefferminze und Senfsaat gemahlen gelang kein Nachweis. Mit diesen sechs Gewürzen wurde der Versuch erneut durchgeführt, diesmal mit einem Voranreicherungsverhältnis von 1:20. Das Verfahren war nun mehr erfolgreich bei Basilikum, Galgant, Majoran und Pfefferminze, während bei Knoblauch und Senfsaat gemahlen keine Salmonellen

angezüchtet werden konnten. Für diese beiden Gewürze erwies sich erst ein Voranreicherungsverhältnis von 1:100 als erfolgreich (Tab. 15).

Tab. 15: Salmonellendetektion, 25g Anreicherung, 400 KbE/ml

Gewürz	Verdünnungsverhältnis			
	1:10	1:20	1:50	1:100
Anis	+			
Beifuß	+			
Bohnenkraut	+			
Cayenne	+			
Curry	+			
Dill	+			
Fenchel	+			
Ingwer	+			
Kardamom	+			
Koriander	+			
Kümmel	+			
Kurkuma	+			
Lorbeer	+			
Macis	+			
Muskatnuss	+			
Nelken	+			
Oregano	+			
Paprika	+			
Petersilie	+			
Pfeffer	+			
Piment	+			
Rosmarin	+			
Salbei	+			
Selleriesaat	+			
Senfsaat, ganz	+			
Sternanis	+			
Sumak	+			
Thymian	+			
Zimt	+			
Zwiebel	+			
Basilikum	-	+		
Galgant	-	+		
Majoran	-	+		
Pfefferminze	-	+		
Knoblauch	-	-	-	+
Senfsaat, gem.	-	-	-	+

Legende: + positiv

- negativ

4.5 Wiederfindung subletalgeschädigter Salmonellen in Gewürzen

Zur Wiederfindung subletal geschädigter Salmonellen in Gewürzen wurde der in Kap. 3.1.5 beschriebene Versuchsaufbau benutzt, wobei hitzebehandelte Mikroorganismen in verschiedenen Konzentrationen (400, 40, 0,4 KbE/ml) zugefügt wurden. Die Versuchsreihe wurde nur mit 30 Gewürzen durchgeführt. Basilikum, Galgant, Knoblauch, Majoran, Pfefferminze und Senfsaat gemahlen blieben bewusst unberücksichtigt, da sie schon gegenüber intakten Salmonellen eine starke Hemmwirkung zeigten (siehe Kap. 4.4).

Im ersten Versuchsdurchgang mit 400 KbE/ml Salmonellen und einem Voranreicherungsverhältnis von 1:10 misslang die Wiederfindung lediglich bei Zimt. Die Wiederholungen mit höheren Verdünnungen bei diesem Gewürz erbrachten erst einen Erfolg bei einem Voranreicherungsverhältnis von 1:50.

Im zweiten Versuchsdurchgang mit 4 KbE/ml Salmonellen und einem Voranreicherungsverhältnis von 1:10, konnten die Mikroorganismen nur aus Anis, Beifuß, Muskatnuss, Petersilie, Sellerie, Senfsaat ganz, Sternanis und Sumak wieder angezüchtet werden. Mit den 22 Proben, bei denen der Nachweis negativ ausfiel, wurde der Versuch mit einem Verdünnungsverhältnis von 1:20 wiederholt. Diesmal ergab sich kein Salmonellenwachstum bei Ingwer, Nelken, Oregano und Zimt, während sich für die restlichen 18 Gewürze in dieser Verdünnung positive Resultate ergaben. In der dritten Wiederholung mit einem Voranreicherungsverhältnis von 1:50 konnten die Salmonellen aus Ingwer und Nelken isoliert werden. Für Oregano und Zimt reichte selbst eine Verdünnung von 1:100 nicht aus (Tab. 16).

Tab. 16: Salmonellendetektion, 25g Anreicherung, 4 KbE/ml

Gewürz	Verdünnungsverhältnis			
	1:10	1:20	1:50	1:100
Anis	+			
Beifuß	+			
Muskatnuss	+			
Petersilie	+			
Sellerieaat	+			
Senfsaat, ganz	+			
Sternanis	+			
Sumak	+			
Bohnenkraut	-	+		
Cayenne	-	+		
Curry	-	+		
Dill	-	+		
Fenchel	-	+		
Kardamom	-	+		
Koriander	-	+		
Kümmel	-	+		
Kurkuma	-	+		
Lorbeer	-	+		
Macis	-	+		
Paprika	-	+		
Pfeffer	-	+		
Piment	-	+		
Rosmarin	-	+		
Salbei	-	+		
Thymian	-	+		
Zwiebel	-	+		
Ingwer	-	-	+	
Nelken	-	-	+	
Oregano	-	-	-	-
Zimt	-	-	-	-

Legende: + positiv

- negativ

Im dritten Versuchsdurchgang wurde eine Salmonellenkonzentration von 0,4 KbE/ml eingesetzt und ein Voranreicherungsverhältnis von 1:10 gewählt. Diese Verdünnung reichte lediglich zum Anzüchten dieser Keime in Kümmel und Sellerieaat aus. Der Versuch wurde mit den verbleibenden 28 Gewürzen und einem Verhältnis von 1:20 (Probe : gepuffertes Peptonwasser) wiederholt. Diesmal war der Nachweis in Anis, Cayenne, Lorbeer und Piment positiv, blieb aber bei 24 Gewürzen erfolglos. Bei erneuter Durchführung des Experimentes mit einem Verdünnungsverhältnis von 1:50

gelang die Auffindung in Koriander, Kurkuma, Macis und Zwiebelgranulat. Für 20 Gewürze reichte diese Verdünnungsstufe erneut nicht aus, mit ihnen wurde der Versuchsansatz mit einem Anreicherungsverhältnis von 1:100 wiederholt. In diesem letzten Durchgang konnten die Salmonellen nur in Petersilie und Bohnenkraut wiedergefunden werden. Für 18 Gewürze genügte selbst ein Voranreicherungsverhältnis von 1:100 zum Nachweis von subletal geschädigten Salmonellen in einer Konzentration von 0,4 KbE/ml nicht aus (Tab. 17).

Tab. 17: Salmonellendetektion, 25g Anreicherung, 0,4 KbE/ml

Gewürz	Verdünnungsverhältnis			
	1:10	1:20	1:50	1:100
Kümmel	+			
Selleriesaat	+			
Anis	-	+		
Cayenne	-	+		
Lorbeer	-	+		
Piment	-	+		
Koriander	-	-	+	
Macis	-	-	+	
Kurkuma	-	-	+	
Zwiebel	-	-	+	
Bohnenkraut	-	-	-	+
Petersilie	-	-	-	+
Beifuß	-	-	-	-
Curry	-	-	-	-
Dill	-	-	-	-
Fenchel	-	-	-	-
Ingwer	-	-	-	-
Kardamom	-	-	-	-
Muskatnuss	-	-	-	-
Nelken	-	-	-	-
Oregano	-	-	-	-
Paprika	-	-	-	-
Pfeffer	-	-	-	-
Rosmarin	-	-	-	-
Salbei	-	-	-	-
Senfsaat, ganz	-	-	-	-
Sternanis	-	-	-	-
Sumak	-	-	-	-
Thymian	-	-	-	-
Zimt	-	-	-	-

Legende: + positiv
- negativ

4.6 Diskussion der Versuche in ihrer Gesamtheit

Die Ergebnisse der einzelnen Versuchsabschnitte nämlich, mikrobiologischer Gesamtstatus, Salmonellawachstumskurven mit Gewürzeinfluss und Wiederfindung der Salmonellen einschließlich subletal geschädigter Keime im Anreicherungsverfahren, erbrachten übereinstimmende Ergebnisse bei den Gewürzen Basilikum, Galgant, Knoblauch und Senfsaat, gemahlen. Diese vier Substanzen hemmten in allen Bereichen die zugesetzten Mikroorganismen bzw. lag die originäre Keimbelastung unter der Nachweisgrenze. In der Literatur wird Basilikum überwiegend als stark keimhaltig geschildert (siehe Kap. 2.2.1 Basilikum), was die vorliegende Arbeit nicht bestätigte. Eine inhibitorische Wirkung von Galgantöl gegenüber *S. Paratyphi* wurde von HARGREAVES et al. (1975) beschrieben, so dass die Inhibierung von *S. Typhimurium* und *S. Enteritidis* in den vorliegenden Versuchen nicht überraschte. Die hinlänglich bekannte, umfassende antimikrobielle Aktivität von Knoblauch (s. Kap. 2.2.1 Knoblauch, Kap. 2.2.2 und Kap. 2.2.3 Knoblauch), ließ sich eindeutig im Experiment darstellen. Wie in Kap. 2.2.3 geschildert, besitzt Senfsaat eine hohe keimhemmende Wirkung, die sich in den durchgeführten Versuchen bestätigte.

Für einige Gewürze konnte keine Konsistenz in Bezug auf die antimikrobielle Wirkung in den verschiedenen Versuchen gefunden werden. So erwiesen sich Nelken und Sumak als nicht keimbelastet und hemmten die Vermehrung der Salmonellen im Versuch „Wachstumskurven mit Gewürzeinfluss“. Trotzdem ließen sich die zugesetzten Salmonellen im Anreicherungsverfahren isolieren. Offensichtlich lagen hier bessere Bedingungen für das Wachstum von Salmonellen vor, als in den anderen Versuchsabschnitten. Zimt erwies sich zwar als geringgradig belastet, zeigte jedoch in den Versuchen eine hohe inhibitorische Aktivität gegenüber Salmonellen. Da bei Charakterisierung des mikrobiologischen Gesamtstatus keine Salmonellen nachgewiesen worden sind, stehen die Befunde nicht in wirklichem Widerspruch zu einander. Deutliche Abweichungen in den Resultaten wies Majoran auf. Er zeigte keinerlei antimikrobielle Aktivität, hemmte aber die Salmonellen im Nachweisverfahren. Die Wiederfindung der Mikroorganismen erforderte eine Voranreicherungsverdünnung von mindestens 1:20 (Probe: gepuffertes Peptonwasser). Betrachtet man die Ergebnisse der Versuche „subletal geschädigte Salmonellen in einer Konzentration von 0,4 KbE/ ml“, so fällt die geringe Trefferquote

im Nachweis von Salmonellen auf. Eine mögliche Ursache dafür könnte die geringe Menge der Salmonellen und deren inhomogene Verteilung im Gewürz sein. Kräuter besitzen die Eigenschaft leicht aufzuquellen, so dass es bei Zusatz von gepuffertem Peptonwasser zu einer breiartigen Verbindung kommen kann, die sich nur schwer pipettieren lässt. Solche methodologischen Fehler lassen sich daher nicht vollständig ausschließen. „Ganze“ Gewürze, wie Piment, Nelken und Senfsaat, können ebenfalls eine heterogene Verteilung von Salmonellen aufweisen, denn diese Materialien sind nur schwer homogenisierbar.