

9 ANHANG

Tabellen

Tab. 1:	Ergebnisse der Untersuchungen auf <i>L. monocytogenes</i> in ausgewählten Fischprodukten des deutschen Marktes (mod. nach TEUFEL und BENDZULLA, 1994)	9
Tab. 2:	Wachstumsbedingungen von <i>Cl. botulinum</i> Typ E und produktspezifische Werte (mod. nach DEHOF, 1989)	17
Tab. 3:	Spezifische Verderbsflora von frischem und verpacktem Fisch bei Kühlagerung (mod. nach GRAM und HUSS, 1996)	21
Tab. 4:	Durch mikrobiellen Abbau entstehende flüchtige Geruchs-/ Geschmackskomponenten (mod. nach GRAM und HUSS, 1996)	21
Tab. 5:	pH- und a_w -Wert als Leitkriterien für die Haltbarkeit von Lebensmitteln (nach ROEDEL, 1975)	23
Tab. 6:	Substantielle Zusammensetzung von Räucherforellen (SCHULZE, 1985)	23
Tab. 7:	Empfehlungen zu Mindesthaltbarkeit und Lagertemperatur für verschiedene heißgeräucherte, vakuumverpackte Fischerzeugnisse	33
Tab. 8:	Abhängigkeit der Generationszeiten von der Temperatur bei ansonsten optimalen Vermehrungsbedingungen (mod. nach ICMSF, 1980)	39
Tab. 9:	Einteilung der Mikroorganismen nach deren Vermehrungsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen [°C] (ICMSF, 1980)	39
Tab. 10:	Minimaltemperaturen für die Vermehrung von pathogenen Mikroorganismen und Verderbserregern (ICMSF, 1980; SINELL, 1992)	40
Tab. 11:	Zeit (in Tagen) für die Vermehrung psychrotropher Bakterien von 1 auf 10^4 KbE pro ml/g bei 2°C bis 10 °C (mod. nach SCHMIDT-LORENZ, 1990)	42
Tab. 12:	Zeit (in Tagen) für die nachweisbare Toxinbildung durch <i>Cl. botulinum</i> Typ E in Frischfisch bei verschiedenen Temperaturen (nach BAKER und GENIGEORGIS (1990)	42
Tab. 13:	Nährmedien zur Bestimmung des Keimgehaltes	52
Tab. 14:	Bewertung der Ergebnisse	58

Tab. 15:	Schematische Darstellung der Untersuchungszeitpunkte	64
Tab. 16:	Koloniezahlen (log KbE/g) von geräucherten, vakuumverpackten Forellenfilets aus Einzelhandel (n=76), Großhandel (n=44) und Herstellerbetrieben (n=28) unter Angabe von Median (x_{50}), Minimum (x_{\min}), Maximum (x_{\max}), 25%-Quartil (x_{25}) und 75%-Quartil (x_{75}) sowie Anzahl der Proben über der Nachweisgrenze (x/n)	66
Tab. 17:	Mikrobiologische Befunde aus 76 vakuumverpackten Räucherforellenfilets aus dem Einzelhandel (log KbE/g)	136 f.
Tab. 18:	Mikrobiologische Befunde aus 44 vakuumverpackten Räucherforellenfilets aus dem Großhandel (log KbE/g)	138 f.
Tab. 19:	Mikrobiologische Befunde aus 28 vakuumverpackten Räucherforellenfilets aus Herstellerbetrieben (log KbE/g)	139
Tab. 20:	Sensorische Beschaffenheit (Qualitätszahl) von geräucherten Forellenfilets aus Herstellerbetrieben (n=28), Großhandel (n=44) und Einzelhandel (n=94)	76
Tab. 21:	Beziehung zwischen sensorischer Bewertung („Lagerpunkte“) und mikrobiologischen Befund	79
Tab. 22:	TVB-N-Gehalte (mg/kg) von geräucherten, vakuumverpackten Forellenfilets aus dem Einzelhandel (n=55), Großhandel (n=31) und aus Herstellerbetrieben (n=25) unter Angabe von arithmetischem Mittel (\bar{x}), Median (x_{50}), Minimum (x_{\min}), Maximum (x_{\max}), 25%-Quartil (x_{25}) und 75%-Quartil (x_{75})	81
Tab. 23:	Anzahl, Zeitpunkt und Dauer der Abtauphasen sowie Anstieg der Lufttemperatur während der Abtauphasen	140
Tab. 24:	Ergebnisse der Temperaturmessung in Verkaufskühlmöbeln des Lebensmittelhandels (n=12)	141 f.
Tab. 25:	Überschreitung der maximalen Lagertemperaturen in Verkaufskühlmöbeln des Lebensmittelhandels (n=12)	84
Tab. 26a-c:	Entwicklung der Keimzahlen in geräucherten Forellenfilets während der Lagerung (Mittelwerte aus drei untersuchten Proben, log KbE/g)	143
Tab. 27:	TVB-N-Gehalte von geräucherten, vakuumverpackten Forellenfilets in mg/kg	144
Tab. 28:	Empfohlene Räucher(Kern-)temperatur/-dauer zur sicheren Abtötung pathogener Mikroorganismen	109

Abbildungen

Abb. 1:	Prozeßstufen der Herstellung von heißgeräucherten Forellenfilets (mod. nach TÜLSNER, 1994)	3
Abb. 2:	Verlauf der Impfstriche beim CAMP-Test mit <i>S.aureus</i>	57
Abb. 3:	Versuchsanordnung (Schemazeichnung)	62
Abb. 4:	Graphische Darstellung der ausgewählten Lagertemperaturen über 24 Stunden	63
Abb. 5	Box- und Whisker-Plot	145
Abb. 6a-c:	Häufigkeitsverteilung der Gesamtkeimzahlen (in %) bei aus Hersteller-, Großhandels- und Einzelhandelsbetrieben bezogenen geräucherten Forellenfilets (n=148)	67
Abb. 7a-d:	Häufigkeitsverteilung der Mikroorganismen (in %) bei Proben aus dem Einzelhandel (n=76; log KbE/g)	69 f.
Abb. 8a-d:	Häufigkeitsverteilung der Mikroorganismen (in %) bei Proben aus dem Großhandel (n=44; log KbE/g)	71 f.
Abb. 9a-d:	Häufigkeitsverteilung der Mikroorganismen (in %) bei Proben aus Herstellerbetrieben (n=28; log KbE/g)	73 f.
Abb. 10:	Quantitative Erfassung von <i>L. monocytogenes</i> (in KbE/g) in geräucherten Forellenfilets aus dem Handel (n=43)	75
Abb. 11:	Serovarverteilung der typisierten <i>L. monocytogenes</i> -Stämme (n=25)	75
Abb. 12a-c:	Sensorische Bewertung (Qualitätszahl) von geräucherten Forellenfilets unter Angabe des Gesamtfehlers und der durch Lagerung bedingten Mängel (jeweils Anteil der Proben in %)	77
Abb. 13:	Verteilung des flüchtigen Basenstickstoffs (TVB-N) in geräucherten, vakuumverpackten Forellenfilets (n=111), dargestellt in Boxplots mit Median sowie 25 %- und 75 %-Quartilen	80
Abb. 14:	Kochsalzgehalt geräucherter, vakuumverpackter Forellenfilets (n=38)	82
Abb. 15:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 9) mit vier Abtauphasen pro Tag	83
Abb. 16:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 6) mit drei Abtauphasen pro Tag	83

Abb. 17:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 3) mit zwei Ab- tauphasen innerhalb von 24 Stunden	86
Abb. 18:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 4) mit sechs Ab- tauphasen innerhalb von 24 Stunden	86
Abb. 19:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 9) mit vier Ab- tauphasen innerhalb von 24 Stunden	87
Abb. 20:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 10) mit zwei Ab- tauphasen innerhalb von 24 Stunden	87
Abb. 21:	Temperaturverläufe in einem Kühlregal (Betrieb 11) mit einer Ab- tauphase innerhalb von 24 Stunden	89
Abb. 22:	Entwicklung der mittleren aeroben Gesamtkeimzahl in Räucherfo- rellenfilets bei verschiedenen Lagertemperaturen	90
Abb. 23a-c:	Verhalten der Mikroflora in Räucherforellenfilets bei verschiedenen Lagertemperaturen	92 f.
Abb. 24a-c:	Sensorische Bewertung geräucherter Forellenfilets in Abhängigkeit von der Lagerzeit und -temperatur (mittlere Qualitätszahl aus drei bewerteten Proben)	94 f.

Tab. 17: Mikrobiologische Befunde aus 76 vakuumverpackten Räucherforellenfilets aus dem Einzelhandel (log KbE/g)

Nr.	GKZ	Pseudomonaden	Hefen	Laktobazillen	Coliforme
1	2,00	2,00	<2	<2	<2
2	5,63	4,94	4,51	3,70	<2
3	5,00	3,28	4,20	<2	<2
4	6,77	4,89	3,00	3,77	<2
5	<2	<2	<2	<2	<2
6	<2	<2	<2	<2	<2
7	5,18	5,18	4,28	<2	<2
8	6,86	5,91	2,78	<2	<2
9	4,28	3,08	3,18	<2	<2
10	5,18	4,58	3,20	3,73	<2
11	6,38	<2	2,85	6,34	<2
12	7,69	<2	2,72	7,51	<2
13	5,99	5,93	2,60	<2	<2
14	3,58	3,15	2,44	<2	3,38
15	4,43	4,28	2,30	<2	<2
16	6,38	4,28	3,91	<2	<2
17	6,38	6,26	4,51	<2	<2
18	6,99	6,88	4,71	3,43	<2
19	8,18	8,15	6,76	<2	<2
20	8,30	<2	4,85	<2	<2
21	7,90	<2	4,88	7,90	3,43
22	8,18	<2	3,04	7,83	<2
23	7,60	4,54	4,88	7,60	3,91
24	7,60	3,43	4,59	7,15	4,15
25	7,68	6,34	2,95	7,40	6,73
26	7,84	7,49	3,15	7,15	6,83
27	2,30	<2	2,00	<2	<2
28	6,83	4,04	<2	5,41	4,28
29	7,65	3,43	5,23	6,83	3,43
30	8,97	4,38	4,34	7,23	3,43
31	6,04	5,08	<2	<2	<2
32	4,28	4,28	2,04	2,00	<2
33	3,79	3,60	2,63	<2	<2
34	6,61	6,61	3,79	<2	4,48
35	7,58	6,04	3,43	6,23	6,81
36	7,60	6,32	4,75	6,48	6,79
37	6,95	6,93	2,18	<2	4,34
38	6,93	6,88	3,00	3,73	4,66

Tab. 17: Fortsetzung

Nr.	GKZ	Pseudomonaden	Hefen	Laktobazillen	Coliforme
39	6,58	<2	3,67	<2	<2
40	3,73	<2	2,26	3,91	<2
41	8,58	<2	3,72	6,41	6,04
42	3,43	<2	<2	<2	<2
43	6,85	5,54	5,08	3,90	<2
44	7,40	4,91	2,90	6,73	4,38
45	8,52	5,91	2,90	6,51	4,38
46	8,56	6,20	3,11	5,08	7,08
47	8,28	3,75	3,15	7,45	6,66
48	7,79	<2	4,61	7,63	6,28
49	7,84	2,30	4,77	7,83	<2
50	3,85	<2	4,15	3,20	<2
51	7,04	6,71	5,59	6,15	6,15
52	6,99	6,63	6,04	<2	6,20
53	2,70	<2	<2	<2	<2
54	<2	<2	<2	<2	<2
55	6,54	<2	4,66	6,38	3,20
56	8,08	<2	4,73	8,00	<2
57	6,40	6,04	2,70	5,72	<2
58	7,15	<2	3,36	<2	<2
59	2,00	<2	2,00	<2	<2
60	4,63	<2	4,69	<2	<2
61	4,20	3,43	<2	<2	2,85
62	<2	<2	<2	<2	<2
63	6,73	4,20	3,20	6,73	<2
64	5,04	4,04	3,49	3,43	<2
65	5,04	2,78	2,60	3,46	<2
66	7,98	<2	3,04	7,04	6,34
67	7,61	5,90	4,38	4,43	4,98
68	7,43	5,43	6,15	6,49	6,83
69	8,30	<2	5,32	7,52	7,11
70	8,04	<2	4,04	8,04	3,73
71	6,92	6,58	4,43	<2	5,28
72	7,04	6,88	4,43	6,28	<2
73	8,20	7,88	3,91	7,56	<2
74	5,43	<2	5,15	<2	<2
75	5,43	4,34	2,90	4,77	<2
76	6,76	5,43	3,79	6,76	4,96

Tab. 18: Mikrobiologische Befunde aus 44 vakuumverpackten Räucherforellenfilets aus dem Großhandel (log KbE/g)

Nr.	GKZ	Pseudomonaden	Hefen	Laktobazillen	Coliforme
1	5,38	2,30	2,52	<2	<2
2	4,61	<2	2,90	<2	<2
3	5,59	<2	3,08	3,91	<2
4	7,15	<2	2,62	4,68	<2
5	7,78	<2	5,48	2,30	<2
6	7,57	<2	3,94	4,63	6,38
7	7,88	<2	2,18	<2	<2
8	7,81	<2	<2	<2	<2
9	3,78	<2	3,73	<2	<2
10	7,96	4,43	4,15	6,59	3,43
11	7,32	7,26	4,79	<2	4,66
12	7,04	6,04	6,15	5,30	4,69
13	7,94	7,04	5,60	6,66	6,34
14	8,08	7,26	6,23	4,51	6,04
15	4,04	<2	<2	<2	<2
16	4,08	<2	2,90	<2	<2
17	2,90	<2	2,60	2,00	<2
18	3,30	<2	<2	<2	<2
19	< 2	<2	<2	<2	<2
20	< 2	<2	<2	<2	<2
21	< 2	<2	<2	<2	<
22	6,38	<2	3,92	5,81	2,90
23	8,00	<2	4,36	6,51	6,20
24	7,54	6,73	6,15	<2	5,76
25	6,18	3,91	5,91	<2	<2
26	6,38	3,15	<2	<2	<2
27	8,32	7,36	<2	<2	<2
28	6,86	5,45	<2	<2	<2
29	7,41	7,20	4,66	3,15	<2
30	3,00	<2	2,00	<2	<2
31	6,38	<2	2,00	<2	<2
32	6,38	4,38	5,54	5,41	2,30
33	8,26	<2	<2	7,96	7,77
34	4,20	2,70	2,48	4,20	<2
35	6,58	4,88	<2	<2	<2
36	6,15	<2	4,51	2,95	<2
37	5,28	<2	5,00	<2	<2
38	6,61	5,91	4,61	5,91	<2
39	4,46	<2	3,72	3,11	<2
40	7,51	7,11	5,34	7,40	<2
41	6,20	5,73	<2	5,04	<2
42	5,38	2,95	<2	5,08	<2
43	7,88	2,60	<2	7,84	<2
44	8,45	4,15	2,95	8,20	<2

Tab. 19: Mikrobiologische Befunde aus 28 vakuumverpackten Räucherforellenfilets aus Herstellerbetrieben (log KbE/g)

Nr.	GKZ	Pseudomonaden	Hefen	Laktobazillen	Coliforme
1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
2	2,48	< 2	< 2	< 2	< 2
3	< 2	< 2	2,00	< 2	< 2
4	5,76	5,76	2,30	< 2	< 2
5	5,57	5,20	2,11	< 2	< 2
6	< 2	< 2	2,36	< 2	< 2
7	3,36	< 2	2,88	2,00	< 2
8	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
9	2,48	< 2	2,00	< 2	< 2
10	2,60	< 2	2,79	< 2	< 2
11	4,51	< 2	2,00	< 2	< 2
12	6,69	5,91	< 2	< 2	2,00
13	7,76	6,57	5,63	< 2	< 2
14	8,46	7,94	5,53	6,28	6,20
15	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
16	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
17	4,34	< 2	2,60	3,43	< 2
18	4,58	< 2	2,38	3,43	< 2
19	2,30	< 2	< 2	< 2	< 2
20	7,49	< 2	2,30	3,43	< 2
21	4,04	< 2	< 2	3,08	< 2
22	3,00	< 2	4,85	< 2	< 2
23	2,00	< 2	< 2	< 2	< 2
24	2,30	< 2	3,20	2,00	< 2
25	3,20	< 2	3,11	< 2	< 2
26	4,15	< 2	2,48	3,91	< 2
27	4,71	< 2	2,00	3,30	< 2
28	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2

Tab. 23: Anzahl, Zeitpunkt und Dauer der Abtauphasen sowie Anstieg der Lufttemperatur während der Abtauphasen

Betrieb	Anzahl / Tag	Zeitpunkt [hh.mm.]	Dauer [min.]	Temperaturanstieg [°C]	
				Zuluft	Umgebung
1	2	8.00/21.00	40-60	5,8	4,7
2	4	0.40/6.40/12.40/18.40	20	5,9	5,3
3	2	7.00/19.00	40-50	8,0	7,3
4	6	3.00/7.00/11.00/15.00/19.00/23.00	20	5,6	2,8
5	2	8.00/20.00	10	11,4	8,6
6	3	21.30/2.00/7.30	20-40	11,3	9,8
7	3	3.00/8.00/21.00	20-30	7,9	7,0
8	6	3.00/7.00/11.00/15.00/19.00/23.00	20-30	7,6	4,8
9	4	5.20/11.20/17.20/23.20	30-40	8,6	6,0
10	2	20.00/6.00	20-30	3,7	6,0
11	1-4	unregelmäßig	50	5,9	4,8
12	4	1.30/8.30/13.30/21.30	20-40	10,1	-

Tab. 24: Ergebnisse der Temperaturmessung in Verkaufskühlmöbeln des Lebensmittelhandels (n=12)

Betrieb	Temperatur- anzeige Kühlregal [°C]	Einmal- messung [°C]	Langzeitmessung [°C]			Lagertemperatur lt. Verpackung [°C]
			Mittelwert	Min.	Max.	
1	3,0 ^c	4,0 ^c	4,47^a	2,8	5,9	0 - 5
			4,47^b	2,9	7,9	
			4,05 ^c	1,0	9,9	
			4,92 ^d	2,9	9,6	
2	1,5	1,4	1,05	-1,2	5,1	2 - 6
			1,96	-1,3	5,6	
			1,38	-1,9	7,3	
			1,70	-1,3	7,0	
3	5,0	9,2	7,08	4,4	12,1	2 - 6
			8,27	5,4	12,8	
			7,63	3,1	14,9	
			7,73	2,9	15,7	
4	4,0	-	7,00	5,5	8,9	2 - 7
			9,81	8,0	11,5	
			6,85	3,3	12,5	
			9,73	7,5	12,5	
5	1,0	0,9	1,71	-1,1	4,3	4 - 7
			0,39	-1,6	3,1	
			0,12	-2,2	8,7	
			-0,42	-2,0	11,0	
6	0,0 ^c	4,7^c	2,41^a	-0,9	9,7	2 - 6
			3,25^b	0,5	9,0	
			2,12 ^c	-1,0	11,9	
			1,14 ^d	-3,3	12,4	
7	5,0	10,3	4,73	2,6	7,9	2 - 7
			5,85	3,8	9,9	
			4,13	1,0	12,0	
			6,35	3,4	13,4	
8	2,5	-	6,39	4,8	10,7	2 - 7
			8,20	5,0	10,8	
			5,57	2,0	13,2	
			8,24	5,2	13,0	

Tab. 24: Fortsetzung

Betrieb	Temperatur- anzeige Kühlregal [°C]	Einmal- messung [°C]	Langzeitmessung [°C]			Lagertemperatur lt. Verpackung [°C]
			Mittelwert	Min.	Max.	
9	5,0	5,7	7,20	5,2	9,9	2 - 7
			5,36	3,5	9,0	
			2,96	-0,1	11,6	
			5,31	3,1	11,3	
10	4,0	1,7	1,61	0,5	4,8	5 - 7
			5,68	4,2	7,9	
			1,21	-0,9	7,2	
			4,13	2,9	7,8	
11	5,0	5,8	3,31	2,5	5,9	2 - 7
			3,19	1,9	6,4	
			2,98	1,0	8,9	
			3,47	0,9	8,3	
12	9,0	5,4	1,03^a	-3,2	7,1	2 - 6
			2,09 ^c	-2,0	12,2	

^a Produkttemperatur 1;^b Produkttemperatur 2;^c Lufttemperatur 1;^d Lufttemperatur 2

Tab. 26 a)-c): Entwicklung der Keimzahlen in geräucherten Forellenfilets während der Lagerung (Mittelwerte aus drei untersuchten Proben, log KbE/g)

a) Lagertemperatur: 3,5 °C

Lagerungstage	Gesamtkeimzahl	Laktobazillen	Mikrokokkazeen	Hefen
1	2,20	< 2	2,00	< 2
5	2,40	< 2	2,30	< 2
8	2,00	< 2	2,00	< 2
12	2,20	< 2	2,11	< 2
15	2,80	< 2	2,67	< 2
19	2,76	2,60	2,23	< 2
22	3,71	3,57	< 2	3,04
26	7,26	7,26	< 2	3,74
29	6,18	6,18	< 2	3,46
33	6,63	6,63	2,00	3,32

b) Lagertemperatur: 11 °C

Lagerungstage	Gesamtkeimzahl	Laktobazillen	Mikrokokkazeen	Hefen
1	2,36	2,00	2,11	< 2
5	< 2	< 2	< 2	< 2
8	6,00	6,00	< 2	< 2
12	7,08	7,04	< 2	4,04
15	6,11	6,04	4,94	4,49
19	7,90	7,90	3,04	3,86
22	6,87	6,86	4,40	4,43
26	6,28	6,28	5,15	3,94
29	8,30	7,83	4,23	3,08

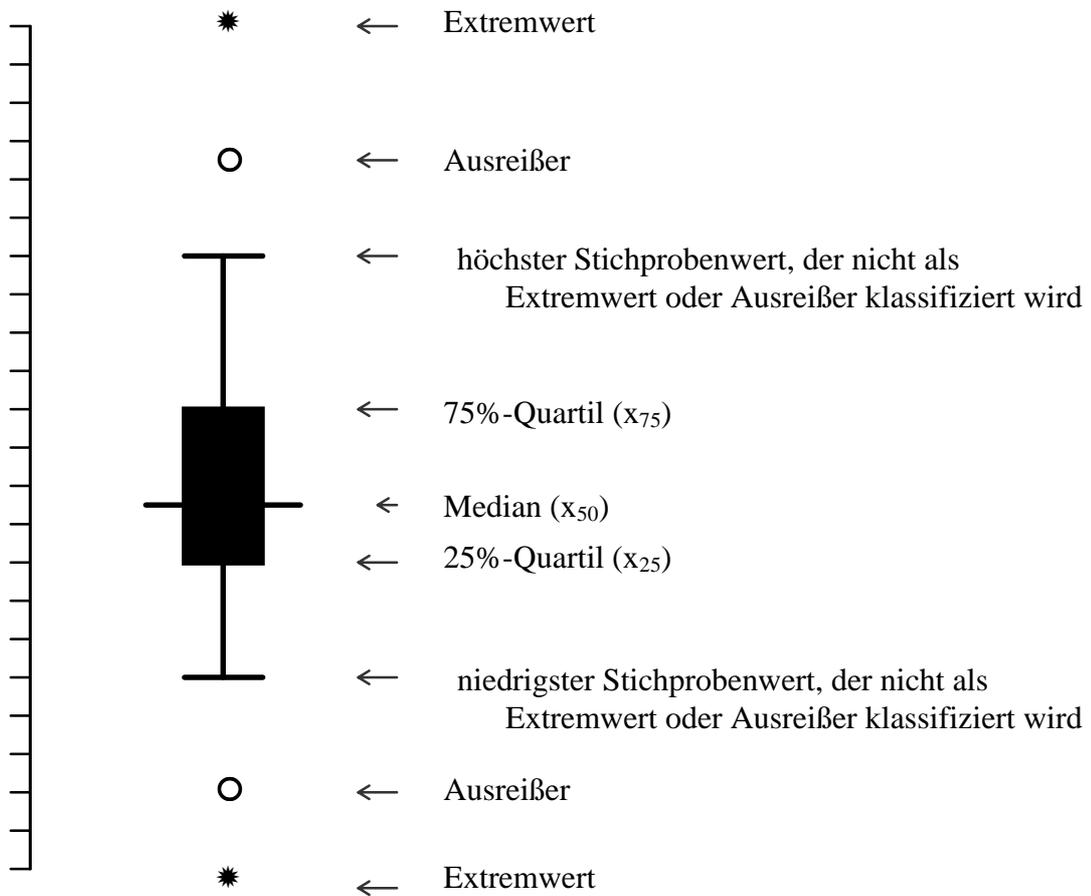
c) Lagertemperatur: 6 °C

Lagerungstage	Gesamtkeimzahl	Laktobazillen	Mikrokokkazeen	Hefen
1	2,52	2,36	2,00	< 2
5	3,20	3,15	2,18	< 2
8	5,40	5,40	< 2	< 2
12	5,72	5,43	< 2	< 2
15	7,57	7,57	< 2	3,08
19	7,60	7,60	< 2	3,18
22	7,30	7,30	< 2	3,92
26	6,63	6,63	3,26	3,26
29	8,11	8,11	< 2	2,11

Tab. 27: TVB-N-Gehalte von geräucherten, vakuumverpackten Forellenfilets in mg/kg

Lagerdauer	TVB-N (mg/kg)		
	3,5 °C	11 °C	6 °C
1 Tag	322,84	327,95	272,37
5 Tage	338,28	280,98	276,01
8 Tage	266,39	291,45	278,36
12 Tage	251,48	322,64	244,09
15 Tage	307,20	293,65	268,59
19 Tage	301,39	319,94	286,69
22 Tage	264,74	330,05	270,86
26 Tage	292,11	295,82	296,08
29 Tage	278,22	297,22	288,69
33 Tage	258,79	n. b.	n. b.

Meßskala

**Abb. 5: Box- und Whisker-Plot**