

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchungen und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 93 (2002)

**Heft:** 2

**Artikel:** Einfluss der Probenlagerung über Nacht auf die aerobe mesophile Keimzahl von vorgekochten pflanzlichen Lebensmitteln

**Autor:** Walser, Paul Eugen / Lischer, Peter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-981716>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Einfluss der Probenlagerung über Nacht auf die aerobe mesophile Keimzahl von vorgekochten pflanzlichen Lebensmitteln

Paul Eugen Walser<sup>1</sup> und Peter Lischer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chemisches Laboratorium des Kantons Graubünden, Chur

<sup>2</sup>Constat Consulting, Spiegel bei Bern

Eingegangen 21. Juni 1999, angenommen 12. Februar 2002

## Einleitung

Der Grundsatz, mikrobiologische Untersuchungen verderblicher Produkte so rasch wie möglich durchzuführen, ist unumstritten und allgemein bekannt. Für die Praxis scheint es jedoch nötig zu sein abzuklären, was unter «so rasch wie möglich» genau zu verstehen ist. Das Schweizerische Lebensmittelbuch (SLMB), Ausgabe 1985 (1), verlangte, dass die mikrobiologische Untersuchung «am Tag der Probenahme» erfolgen musste. Die Proben durften dabei nicht bei einer Temperatur von über 5°C gelagert werden.

Da manche Gaststätten ihren Betrieb erst am Abend öffnen, können die Proben nicht vor üblichem Arbeitsschluss des Laboratoriums untersucht werden. Dabei handelt es sich hauptsächlich um vorgekochte Speisen, welche in der Küche bis zum Anrichten gekühlt gelagert werden. Gemäss SLMB müssten die mikrobiologischen Proben im Prinzip bis Mitternacht angesetzt werden. Es stellte sich daher die Frage, ob Proben im Laboratorium bei Temperaturen  $\leq 5^\circ\text{C}$  über Nacht gelagert werden könnten, um sie dann am folgenden Tag zu untersuchen. In der Literatur wurde noch nicht über praxisnahe Versuche berichtet, welche die Veränderung der aeroben mesophilen Keimzahl (AMK) von rekontaminierten, vorgekochten, pflanzlichen Lebensmitteln bei Kühlagerung  $\leq 5^\circ\text{C}$  nach 20 h oder unter vergleichbaren Bedingungen beschrieben.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Resultate von am Tag der Probenahme angesetzten Proben mit den Resultaten einer zweiten Untersuchung nach 20 h zu vergleichen.

## Material und Methoden

Die Proben (vorgekochte Teigwaren, Gemüse, Reis, Mais und Saucen) entstammten der Routinekontrolle von öffentlichen Verpflegungsbetrieben, vorwiegend von Restaurants, durch die beteiligten amtlichen Laboratorien. Vor Beginn der Analyse wurden sie manuell kurz vermischt und anschliessend auf die AMK gemäss SLMB nach dem Gussplattenverfahren bei 30°C und einer Bebrütungsdauer von drei Tagen untersucht. Wegen der Schwierigkeit, mikrobiologische Proben wie in einem Ringversuch allen beteiligten Laboratorien ohne Gefahr einer Veränderung zur Verfügung zu stellen, wurde jede Probe jeweils nur in demjenigen Laboratorium untersucht, welches die Probe erhoben hatte. Jedes Laboratorium verwendete den Standard Plate Count Agar des Herstellers seiner Wahl. Um den Einfluss der Probeninhomogenität zu verringern, wurde die Probeneinwaage anstelle der vorgeschriebenen 10 g auf 20–25 g erhöht. Nach der Einwaage wurde die restliche Probe 20±1 h im Kühlschrank bis zur Untersuchung am zweiten Tag gelagert. Die Temperaturen der Probenkühlschränke wurden mit kalibrierten Thermometern gemäss den Anforderungen der EN 45001 (2) überwacht. Der Sollwert betrug  $\leq 5^\circ\text{C}$ . An beiden Untersuchungstagen wurden die Proben in der Versuchsserie 1 als vollständige Doppelbestimmungen untersucht. In der Auswertung wurden nur solche Proben berücksichtigt, bei denen an einem der beiden Untersuchungstage wenigstens eine der beiden Bestimmungen eine AMK von über 10000 KBE/g (koloniebildende Einheiten/g) erreichte. In zusätzlichen Versuchen wurden weitere Proben ohne Doppelbestimmungen untersucht (Serie 2 und 3). In der Tabelle 1 sind die Berechnungsmethoden erläutert.

Die weiteren statistischen Berechnungen erfolgten anhand der logarithmischen AMK-Werte nach robusten Methoden gemäss SLMB (3) (Median, Standardabweichung und Regression). Robuste Methoden zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie gegenüber Abweichungen von der Normalverteilung weniger empfindlich sind und einen grösseren Anteil an auffälligen Messungen tolerieren. Anstatt mittels willkürlich gewählter Ausreissertests zu entscheiden, ob einzelne Messungen in die Auswertung einbezogen werden oder nicht, werden in der robusten Statistik stärker abweichende Messungen schwächer gewichtet. Dies ist entscheidend, weil in der Mikrobiologie scheinbare Ausreisser mit Wachstumsfaktoren bis 100 vorkommen und es daher praktisch unmöglich ist, eine Häufigkeitsverteilung zu beschreiben.

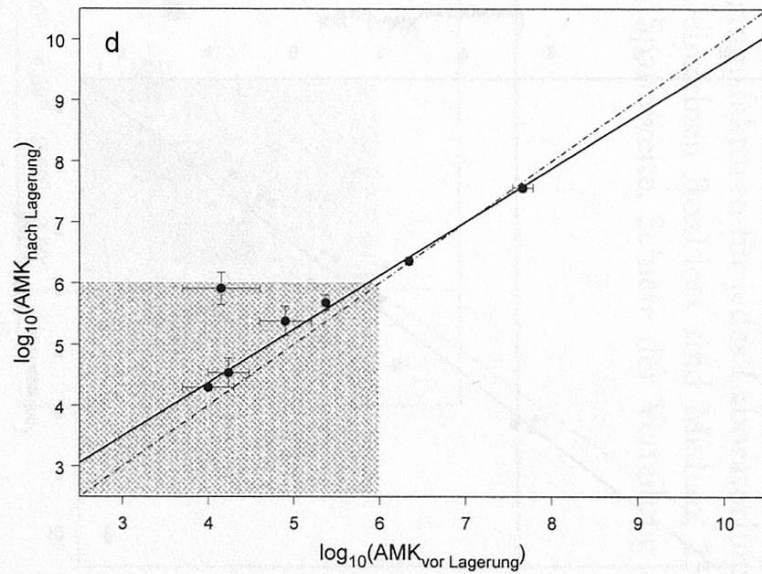
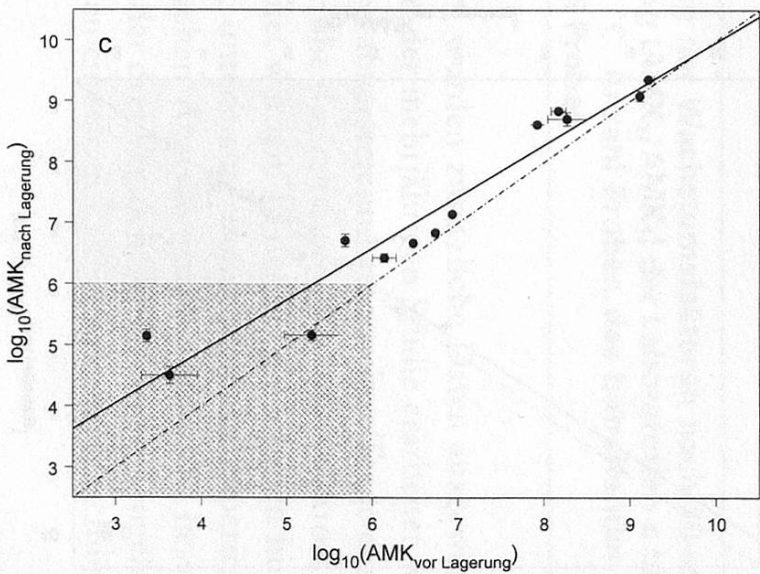
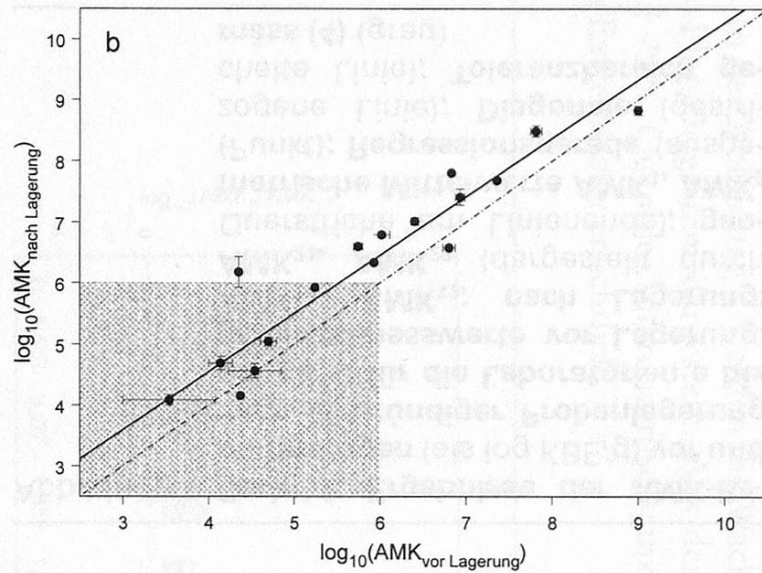
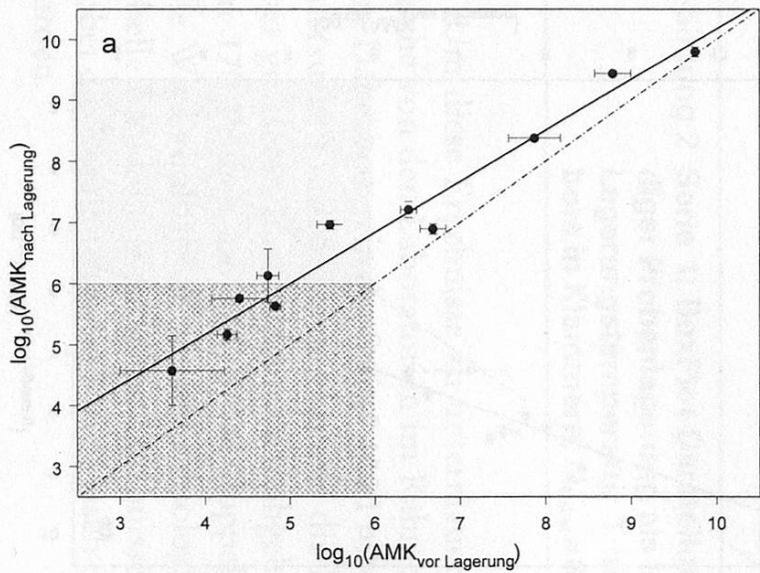
## Resultate

### *Parametrische Statistik*

Von den beteiligten Laboratorien wurden die Daten von insgesamt 86 Proben der Serie 1 ausgewertet. In der Abbildung 1 sind die einzelnen Wertepaare vom ersten und vom zweiten Tag für die sieben Laboratorien a bis g wiedergegeben. Aus den geometrischen Mittelwerten wurden die Regressionsgeraden der Laboratorien berechnet und mit den Diagonalen verglichen. Punkte oberhalb der Diagonalen

**Tabelle 1**  
**Berechnung der Wachstumsfaktoren und Wiederholstandardabweichungen**

<i>Ergebnis</i>	<i>Geometrischer Mittelwert der Doppelbestimmung</i>	<i>Logarithmisches Verhältnis</i>	<i>Wiederholstandardabweichung <math>s</math></i>
<b>AMK<sub>vor Lagerung</sub> (1. Tag)</b>			
1. Resultat vor Lagerung AMK <sub>11</sub>	$AMK_1 = \sqrt{AMK_{11} * AMK_{12}}$	$\log \left( \frac{AMK_{12}}{AMK_{11}} \right)$	$s_1 = \text{robuste Wiederholstandardabweichung von}$
2. Resultat vor Lagerung AMK <sub>12</sub>			$\log \left( \frac{AMK_{11}}{AMK_1} \right)$
<b>AMK<sub>nach Lagerung</sub> (2. Tag)</b>			
1. Resultat nach Lagerung AMK <sub>21</sub>	$AMK_2 = \sqrt{AMK_{21} * AMK_{22}}$	$\log \left( \frac{AMK_{22}}{AMK_{21}} \right)$	$s_2 = \text{robuste Wiederholstandardabweichung von}$
2. Resultat nach Lagerung AMK <sub>22</sub>			$\log \left( \frac{AMK_{21}}{AMK_2} \right)$
Wachstumsfaktor	$\frac{AMK_2}{AMK_1}$	$\log \left( \frac{AMK_2}{AMK_1} \right)$	



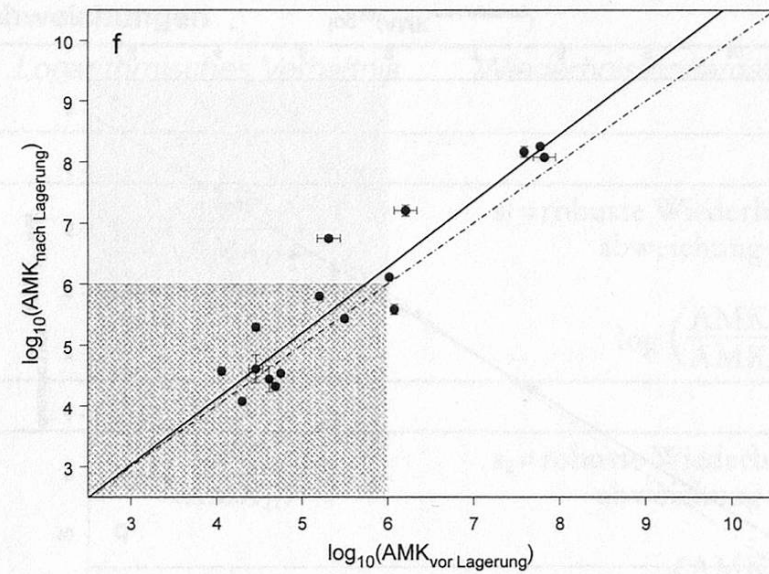
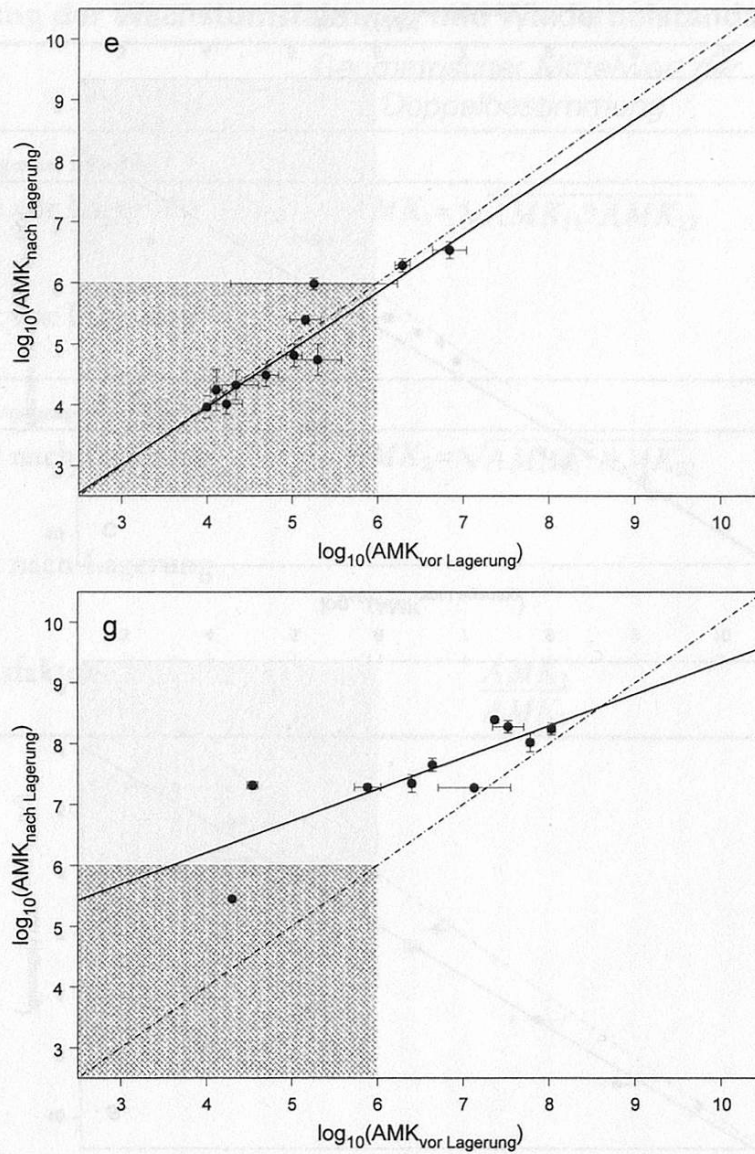
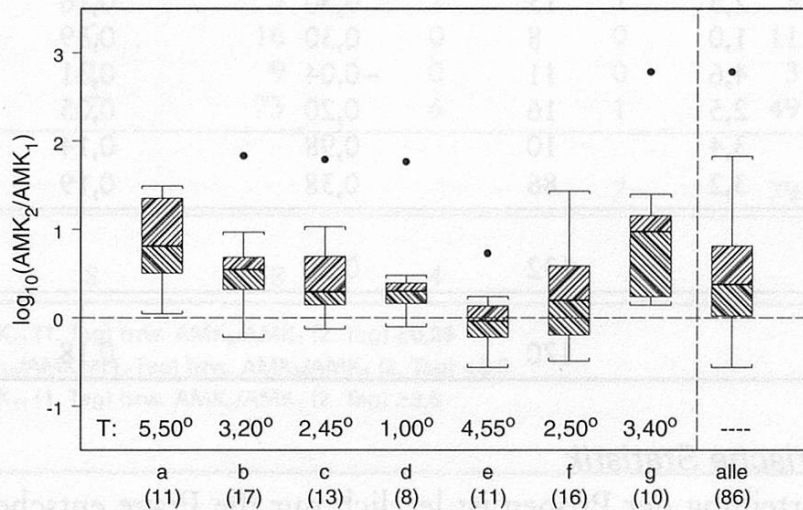


Abbildung 1 **Serie 1: Ergebnisse der AMK-Bestimmungen** (als log KBE/g) vor und nach 20-stündiger Probenlagerung bei  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  für die Laboratorien a bis g; Einzelmesswerte vor Lagerung:  $\text{AMK}_{11}$ ,  $\text{AMK}_{12}$ ; nach Lagerung:  $\text{AMK}_{21}$ ,  $\text{AMK}_{22}$  (dargestellt durch Querstriche am Linienende); **geometrische Mittelwerte**  $\text{AMK}_1$ ,  $\text{AMK}_2$  (Punkt); **Regressionsgerade** (ausgezogene Linie); **Diagonale** (gestrichelte Linie); **Toleranzbereich gemäss (4)** (grau)

bedeuten einen Wachstumsfaktor von über 1. Aus den Distanzen der Querstriche erkennt man die Verhältnisse der Doppelbestimmungen am ersten und zweiten Tag. AMK-Werte ausserhalb des gesetzlichen Toleranzbereiches von  $10^6$  KBE/g (4) führen zu einer amtlichen Beanstandung.

In der Abbildung 2 wurden die Wachstumsfaktoren für jedes Laboratorium als BoxPlot-Diagramm dargestellt. Aus den einzelnen BoxPlots sind Median, 25%- und 75%-Quantile, Interquartilsdistanz, Spannweite, Schiefe der Verteilung und die Extremwerte ersichtlich.



**Abbildung 2 Serie 1: BoxPlot-Darstellung der Wachstumsfaktoren nach 20-stündiger Probenlagerung als  $\log(\text{AMK}_2/\text{AMK}_1)$  der Laboratorien a bis g; Lagerungstemperatur T in °C; Anzahl Proben des betreffenden Labors in Klammern;  $N_{\text{total}}=86$  Proben**

Um diese Ergebnisse zu untermauern, wurden zusätzliche Daten ausgewertet, welche von den Laboratorien im Rahmen der mehrjährigen Studie erarbeitet wurden. Dabei waren in der Serie 2 132 Proben am ersten und am zweiten Tag je einmal untersucht worden. Daraus konnte die Höhe des mittleren Wachstumsfaktors aus einer grösseren Probengesamtheit abgeleitet werden. In der Serie 3 wurden hingegen 170 Proben am ersten Tag doppelt untersucht, womit sich die experimentelle Wiederholbarkeit der mikrobiologischen Analyse genauer ermitteln liess. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Ergebnisse der drei Versuchsserien zusammengefasst, wobei die Resultate nur in Serie 1 nach den einzelnen Laboratorien aufgeschlüsselt wurden.

Tabelle 2

**Logarithmische Wachstumsfaktoren und Wiederholstandardabweichungen der Laboratorien a bis g aus den drei Versuchserien**

(1. Tag=vor Lagerung, 2. Tag=nach Lagerung)

Laboratorium	Mittlere Lagertemperatur (°C)	Anzahl Proben	Median des Wachstumsfaktors $\log(\text{AMK}_2/\text{AMK}_1)$	Wiederholstandardabweichung $s_1$ (1. Tag)	Wiederholstandardabweichung $s_2$ (2. Tag)
Serie 1					
a	5,5	11	0,81	0,32	0,16
b	3,2	17	0,55	0,11	0,12
c	2,5	13	0,30	0,16	0,12
d	1,0	8	0,30	0,39	0,29
e	4,6	11	-0,04	0,31	0,31
f	2,5	16	0,20	0,05	0,10
g	3,4	10	0,98	0,14	0,15
Total	3,2	86	0,38	0,19	0,16
Serie 2					
Total		132	0,26		
Serie 3					
Total		170		0,18	

**Nichtparametrische Statistik**

Für die Beurteilung der Proben ist letztlich nur die Frage entscheidend, ob das Resultat unter- oder oberhalb des gesetzlichen Toleranzwertes liegt. Dies legt eine nichtparametrische Auswertung nahe. Die Resultate der Serie 1 wurden in fünf Gruppen eingeteilt:

1. Rang -1: Der logarithmische Wachstumsfaktor ist kleiner als der untere Vertrauensbereich
2. Rang 0: Der logarithmische Wachstumsfaktor ist innerhalb des Vertrauensbereichs
3. Rang +1: Der logarithmische Wachstumsfaktor ist über dem oberen Vertrauensbereich
4. Beanstandet: Das Resultat ist über dem Toleranzwert
5. Nicht beanstandet: Das Resultat ist unterhalb des Toleranzwertes.

In den Tabellen 3 und 4 wurden die Grössen der Gruppen eingetragen. Der Vertrauensbereich wurde als das Zweifache (Erweiterungsfaktor  $k=2$ ) der Wiederholstandardabweichung der Serie 1  $s_1=0,19$  (vor der Lagerung) definiert. Weil beim Wachstumsfaktor immer zwei Einzelwerte miteinander verglichen werden, muss noch mit Wurzel 2 multipliziert werden. Daraus resultiert ein logarithmischer Vertrauensbereich von  $\pm 0,54$  entsprechend einem Wachstumsfaktor von 3,5 bzw. 1/3,5. Proben ausserhalb des Vertrauensbereiches hatten daher ein übermässiges Wachstum oder ein übermässiges Absterben von Keimen bei der Probenlagerung zu verzeichnen.

Tabelle 3

**Anzahl und Anteil (%) der Proben der Laboratorien a bis g mit einem AMK-Verhältnis innerhalb und ausserhalb des Vertrauensbereiches aus den drei Versuchserien (1. Tag=vor Lagerung, 2. Tag=nach Lagerung)**

Laboratorium	1. Tag			2. Tag		
	Rang -1	Rang 0	Rang +1	Rang -1	Rang 0	Rang +1
Serie 1						
a	2	8	1	0	3	8 (73 %)
b	1	45	1	0	8	9 (53 %)
c	2	11	0	0	8	5 (12 %)
d	1	5	2	0	7	1 (12 %)
e	0	9	2	1	9	1 ( 9 %)
f	0	16	0	0	11	5 (31 %)
g	1	9	0	0	3	7 (70 %)
Total	7	73	6	1	49	36 (42 %)
Serie 2						
Total				7	79	46 (35 %)
Serie 3						
Total	8	158	4			

Rang -1:  $AMK_{12}/AMK_{11}$  (1. Tag) bzw.  $AMK_2/AMK_1$  (2. Tag)  $\leq 0,29$

Rang 0:  $0,29 < AMK_{12}/AMK_{11}$  (1. Tag) bzw.  $AMK_2/AMK_1$  (2. Tag)  $< 3,5$

Rang +1:  $AMK_{12}/AMK_{11}$  (1. Tag) bzw.  $AMK_2/AMK_1$  (2. Tag)  $\geq 3,5$

Tabelle 4

**Anzahl und Anteil (%) der beanstandeten Proben der Laboratorien a bis g aus den drei Versuchserien (1. Tag=vor Lagerung, 2. Tag=nach Lagerung)**

Laboratorium	Anzahl Proben	1. Tag		2. Tag	
			%		%
Serie 1					
a	11	5	45	7	64
b	17	8	47	11	65
c	13	9	69	10	77
d	8	1	13	1	13
e	11	2	18	2	18
f	16	6	38	6	38
g	10	7	70	9	90
Total	86	39	45	47	55
Serie 2					
Total	132	77	58	90	68
Serie 3					
Total	170	90	53		

In der Tabelle 5 wurden die Resultate schliesslich hinsichtlich der Art der Lebensmittel aufgeführt.

Tabelle 5

**Aufteilung der Produktkategorien in den drei Versuchserien**

	<i>Total</i>	<i>Teigwaren</i>	<i>Gemüse</i>	<i>Reis</i>	<i>Mais</i>	<i>Saucen</i>
Serie 1						
Anzahl Proben	86	56	2	27	1	0
%	100	65	2	31	2	0
Median des Wachstumsfaktors	2,4	3,1	1,5	2,1	0,8	–
Serie 2						
Anzahl Proben	132	51	39	34	2	6
%	100	38	30	26	2	4
Median des Wachstumsfaktors	1,8	1,9	1,7	2,0	3,7	1,4
Serie 3						
Anzahl Proben	170	80	40	42	1	7
%	100	46	24	25	1	4

**Diskussion**

In Bezug auf das gestellte Problem liesse sich der Einwand erheben, dass die interessierenden Proben aus Abend- bzw. Nachtbetrieben erst am nächstfolgenden Tag von der Lebensmittelkontrolle erhoben werden sollten, um sie im Laboratorium sofort untersuchen zu können. Dagegen lassen sich drei Gründe anführen:

- Es besteht die Möglichkeit, dass bestimmte Speisen am Abend aufgebraucht sind, so dass sie am zweiten Tag für eine Untersuchung nicht mehr zur Verfügung stehen.
- Andere können am zweiten Tag zwar noch vorrätig sein, aber nicht mehr für den Konsum bestimmt sein. Es kommt in solchen Betrieben oft vor, dass Entsorgungs- und Reinigungsarbeiten erst am nächsten Tag vor Betriebsöffnung ausgeführt werden, bevor wieder neue Gäste eintreffen.
- Im Sinne einer repräsentativen Lebensmittelkontrolle sollten die Proben möglichst zu einem Zeitpunkt erhoben werden, wenn die meisten Konsumenten betroffen sind.

Aus der Abbildung 1 wird klar ersichtlich, dass bei der Probenlagerung während 20 h generell eine gewisse Keimvermehrung stattfand, weil die meisten Werte oberhalb der Diagonalen zu liegen kamen. Bei zwei Laboratorien waren die Regressionsgeraden jedoch nicht deutlich oberhalb der Diagonalen. Es fiel weiter auf, dass von Laboratorium zu Laboratorium erhebliche Unterschiede im Ausmass der Keimvermehrung bestanden. Beim Laboratorium g lag die Regressionsgerade deutlich neben der Diagonalen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Rahmenbedingungen zwischen den Laboratorien sehr schwierig zu standardisieren waren. Obwohl die Proben aus zufällig ausgewählten Betrieben stammten, könnten ausserdem probenspezifische Unterschiede vorhanden gewesen sein. Dies betraf beispielsweise die Zusammensetzung der Mikroflora, was sich auf die Generations-

zeiten auswirkte. Da es sich in der Regel um Rekontaminationskeime handelte, könnten sehr unterschiedliche Keime im Spiel gewesen sein. Dafür spricht vor allem die Feststellung, dass sich zwischen der mittleren Lagertemperatur und der Grösse des Wachstumsfaktors kein eindeutiger Zusammenhang herstellen liess (Tabelle 2 und Abb. 2), obwohl an sich ein solcher für eine bestimmte Keimart als gesichert vorauszusetzen gewesen wäre. Andererseits waren die Proben bereits vor der Probenahme in den Lagerräumen und während des Probentransportes in das Laboratorium kühl gelagert gewesen, so dass krasse Temperaturunterschiede bzw. eine erhebliche Beeinflussung der Wachstumsbedingungen keine Rolle spielten.

Der logarithmische Wachstumsfaktor variierte zwischen den Laboratorien von  $-0,04$  bis  $0,98$  und betrug im Mittel  $0,38$  in der Serie 1 und  $0,26$  in der Serie 2. Dies entspricht einem mittleren Wachstumsfaktor von  $2,4$  bzw.  $1,8$ . Ein Wachstum in dieser Grössenordnung gilt zwar für mikrobiologische Analysen als verhältnismässig gering. Betrachtet man hingegen den Anteil der Proben mit übermässigem Wachstum in Tabelle 3, so sieht man, dass die Vermehrung im Durchschnitt bei  $42\%$  (Serie 1) bzw.  $35\%$  (Serie 2) der Proben einen Faktor von mehr als  $3,5$  betrug. Bei der Doppelprobe am ersten Tag differierten die Werte um mehr als einen Faktor von  $3,5$  bei insgesamt 13 von 86 Proben, wobei sieben Abnahmen (Rang  $-1$ ) durch sechs Zunahmen (Rang  $+1$ ) quasi aufgehoben wurden, weil die Doppelbestimmungen ja zufällig ausgewählt wurden. Daher weicht bei den Wiederholversuchen an demselben Tag der Median des logarithmischen Verhältnisses praktisch nicht von Null ab. Am zweiten Tag nun standen 36 Zunahmen gegenüber dem 1. Tag nur eine signifikante Abnahme gegenüber. Die Keimvermehrung hatte zudem am zweiten Tag bei  $10\%$  mehr Proben (Serie 1 und 2) eine Beanstandung zur Folge, wie aus der Tabelle 4 ersichtlich ist. Am zweiten Tag war nur eine Probe, welche am ersten Tag zu beanstanden gewesen wäre, nicht mehr zu beanstanden.

Die Wiederholstandardabweichungen der Laboratorien variierten zwischen  $0,05$  und  $0,39$ , über alle Laboratorien gerechnet zwischen  $0,16$  (nach Lagerung) und  $0,19$  (vor Lagerung) in Serie 1 und  $0,18$  in Serie 3, wobei ebenfalls kein Zusammenhang mit dem Wachstumsfaktor festgestellt wurde (Tabelle 2). Das heisst mit anderen Worten, dass die Laboratorien mit einem hohem Wachstumsfaktor nicht weniger präzise gearbeitet haben als die anderen.

Bei der Untersuchung von festen Proben ist die Probeninhomogenität die massgebliche Einflussgrösse für die Wiederholbarkeit. In einer umfangreichen Literaturstudie sind zahlreiche, namentlich aus Ringversuchen stammende Wiederholbarkeiten mikrobiologischer Untersuchungen ausgewertet worden (5). Die logarithmische Wiederholstandardabweichung der AMK-Bestimmung schwankte bei festen Proben in einem ziemlich grossen Bereich von  $0,11$  bis  $0,78$  und betrug im Durchschnitt  $0,50$ , was einem Faktor von  $3,2$  entspricht. Die hier wiedergegebenen Ergebnisse lagen also im Bereich einer durchaus guten Präzision. Durch eine Erhöhung der Probeneinwaage liesse sich die Wiederholbarkeit weiter verbessern. Weil die Streuung der AMK-Werte nur mit der Wurzel der Einwaage abnimmt, müsste die Ein-

waage für eine Reduktion der logarithmischen Wiederholbarkeit von 0,19 auf beispielsweise 0,10 um einen Faktor 4 vermehrt werden, was an den Rand der Machbarkeit führte.

In allen drei Versuchsserien, welche sich über mehrere Jahre erstreckten, konnten dank der robusten Statistik vergleichbare Kennzahlen gewonnen werden, obwohl die Art der Lebensmittel in ihrer Häufigkeit leicht verschieden war (Tabelle 5). In den Versuchsserien 2 und 3 war der Gemüseanteil höher. Entscheidend scheint aber die Erkenntnis zu sein, dass ein einzelnes Laboratorium praktisch ausserstande war, repräsentative Aussagen über das Lagerverhalten der Proben zu liefern. Erst die Auswertung über mehrere Laboratorien und einen längeren Zeitraum, in dem sich vermutlich auch jahreszeitlich bedingte Temperatureinflüsse ausglich, führte zu plausiblen Verhältnissen. Da der Vergleichbarkeit von Laboruntersuchungen nach amtlichen Methoden auch in der Mikrobiologie eine grössere Beachtung geschenkt werden sollte, ist die Ermittlung von praxisnahen Verfahrenskennzahlen eine wichtige Aufgabe. Die Untersuchung von anderen Lebensmittelkategorien, wie z.B. Patisserie oder Fleischwaren, sowie von anderen spezifischen Keimarten, wie z.B. Enterobacteriaceen, wäre ebenfalls von Interesse gewesen, sprengte aber den Rahmen dieser Arbeit. Grössenordnungsmässig muss auch hier mit einer Verdoppelung der AMK gerechnet werden.

### **Schlussfolgerung**

Durch die Probenlagerung während 20 h nach der Probenahme nahm die AMK um einen Faktor von 1,8 bis 2,4 zu. Diese Zeitspanne entsprach demnach etwa der Generationszeit. Da sich die hauptsächlich durch die Probeninhomogenität bedingte Wiederholbarkeit mit dem Wachstum überlagerte, wurde bei einem Teil der Proben scheinbar eine weit stärkere Zunahme festgestellt. Die Wiederholstandardabweichung entsprach einem Faktor von 1,4 bis 1,5, woraus eine Wiederholbarkeit von 3,5 berechnet wurde. Eine Zunahme um einen Faktor von über 3,5 wurde bei 35 bis 42% der Proben beobachtet, was für die amtliche Lebensmittelkontrolle als nicht mehr akzeptabel zu betrachten ist, weil auch die Anzahl der Beanstandungen am zweiten Tag grösser war als am ersten. Die Wachstumsfaktoren und Wiederholbarkeiten sind in der Regel von der Art der Lebensmittel abhängig. Während die Unterschiede in den statistischen Werten zwischen den verschiedenen Versuchsserien im wesentlichen zufälliger Natur waren, konnte dies im Falle der Unterschiede zwischen den Laboratorien nicht gesagt werden. Für die beträchtlichen Differenzen zwischen den Laboratorien waren eher methodische und probenabhängige Einflüsse zu vermuten, wozu aber keine experimentellen Daten herangezogen werden konnten. Obwohl einige Laboratorien gute Resultate nach der Probenlagerung erzielten, sollte als Grundregel gelten, dass im Falle vorgekochter Speisen und Lebensmitteln mit ähnlichen Wachstumsfaktoren und Wiederholbarkeiten die mikrobiologischen Proben so schnell wie möglich untersucht werden, d.h. vorzugsweise wenige Stunden nach der Probenahme. Jedes Laboratorium muss

gewährleisten können, dass die Proben nach der Probenahme bezüglich des Untersuchungszieles nicht verfälscht werden.

## Dank

Die Autoren danken dem Laborpersonal der beteiligten Laboratorien für die geleistete Mehrarbeit zur Bestimmung der Doppelproben und die sorgfältige Durchführung sowie den verantwortlichen Mikrobiologen für die Leitung der Arbeiten: Dr. *Ernst Herrmann*, Amt für Lebensmittelkontrolle der Kantone AR, AI, GL, SH, Schaffhausen; *Renée Rieker*, Kantonales Laboratorium Zürich, Zürich; *Jürg Schmid*, Amt für Lebensmittelkontrolle St. Gallen, St. Gallen; Dr. *Crescentia Schilliger*, Kantonales Laboratorium Luzern, Luzern; Dr. *Claudio Valsangiacomo*, Laboratorio cantonale d'igiene, Lugano; Dr. *Jürg Vetterli*, Kantonales Laboratorium Thurgau, Frauenfeld; Dr. *Alda Breitenmoser*, Laboratorium der Urkantone, Brunnen.

## Zusammenfassung

Das Ziel der Studie war es festzustellen, wie sich die aeroben mesophilen Keime von rekontaminierten, vorgekochten, pflanzlichen Speisen unter praxisnahen Bedingungen verhalten, wenn die Untersuchung unter Beachtung einer strikten Kühllagerung erst am Tag nach der Probenahme erfolgte. Eine gekühlte Probenlagerung im Laboratorium über Nacht für erst am Abend eintreffende Proben hätte organisatorische Vorteile. Es wurden Daten von sieben verschiedenen Laboratorien ausgewertet. Von 86 Proben vorgekochter Lebensmittel (Teigwaren, Gemüse, Reis, Mais und Saucen) wurde die AMK als Doppelbestimmung am Tag der Probenahme und am folgenden Tag nach 20 h Kühllagerung im Laboratorium ermittelt. Dabei zeigte es sich, dass der mittlere Wachstumsfaktor 2,4 betrug. Die mit robusten statistischen Methoden ermittelte experimentelle Wiederholbarkeit beruhte hauptsächlich auf dem Einfluss der Probeninhomogenität und resultierte in einem Vertrauensbereich von einem Faktor 3,5. Nach der Lagerung wurde jedoch bei 42 % der Proben ein Wachstumsfaktor von über 3,5 beobachtet. Aus zwei weiteren ähnlichen Versuchsserien mit grösseren Probenzahlen wurden vergleichbare statistische Kenngrössen erhalten. Eine Probenlagerung bis zum nächsten Tag ist daher im allgemeinen nicht zu empfehlen, weil damit für einige Proben ein scheinbar zu hoher Keimgehalt erhalten wird, was mit einer unberechtigten Beanstandung verbunden sein kann. Die Überlegungen sind für die Praxis der amtlichen Lebensmittelkontrolle von Bedeutung.

## Résumé

Le but de ce travail était d'observer le comportement des germes aérobies et mésophiles dans des denrées alimentaires d'origine végétale, cuites et recontaminées naturellement, lorsque les analyses sont reportées un jour après celui du prélèvement, dans des conditions de stockage parfaitement respectées (température en-

dessous de 5°C). La possibilité de garder une nuit au froid des échantillons prélevés la veille présenterait de nombreux avantages dans l'organisation du travail. Sept laboratoires ont participé à cette étude. 86 échantillons tels que pâtes, légumes, riz, maïs et sauces ont été analysés à double le jour du prélèvement et le jour suivant, 20 h plus tard. Les résultats ont montré que le facteur de croissance moyen est de 2,4. La répétabilité, déterminée par des méthodes statistiques robustes, est principalement due à l'influence de l'inhomogénéité des échantillons et détermine un intervalle de confiance de 3,5. Après le stockage des échantillons pendant la nuit, plus de 42 % d'entre eux montrent un facteur de croissance de plus de 3,5. Deux séries d'expériences supplémentaires, avec un plus grand nombre d'échantillons du même type, confirment ces valeurs statistiques. Finalement ces résultats montrent que le stockage des échantillons jusqu'au jour suivant est à déconseiller, car, à cause de l'augmentation du nombre de germes dans certains échantillons, ceux-ci pourraient être sujets à une contestation injustifiée. Les conséquences pratiques de ces observations sont très importantes dans le domaine du contrôle officiel des denrées alimentaires.

### **Summary "Effect of Cold Storage over Night on the Determination of the Aerobic Mesophilic Plate Count of Cooked Foods of Plant Origin"**

The object of this study was to determine the effect of cold storage of recontaminated cooked foods of plant origin on the total plate count when the analysis was performed only the day after the sample was taken. The possibility of storing samples in the laboratory for up to 20 h would permit samples taken in the evening to be examined on the following day. The results of seven laboratories have been evaluated. A number of 86 samples (cooked pasta, vegetables, rice, maize and sauces) were analyzed in duplicates first the day of sampling and second the next day after cold storage during 20 h in the laboratory refrigerator. The median growth factor observed was 2.4. The repeatability, estimated by robust statistics, determined the confidence interval by a ratio of 3.5. It comprised mainly the scatter due to the inhomogeneity of the samples. However, after cold storage over night 42 % of the samples showed a growth factor of more than 3.5. Two additional test series with an extended number of similar samples lead to about the same statistical values. Therefore, the cold storage of cooked food samples until the following day seems not to be advisable. Increased plate numbers might be responsible for unjustified contestations. These observations are of considerable practical consequences for the monitoring of microbial quality of cooked ready-to-serve food and foodstuffs by the official food control authorities.

### **Key words**

Refrigerated cooked foods, Laboratory cold storage, Microbiological analysis, Aerobic mesophilic plate count, Repeatability

## Literatur

- 1 *Anonym*: Schweizerisches Lebensmittelbuch Kapitel Mikrobiologie 56/4.3.1. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1985.
- 2 *Anonym*: EN 45001: Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien (1990).
- 3 *Anonym*: Schweizerisches Lebensmittelbuch Kapitel Statistik 60A. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1989.
- 4 *Anonym*: Hygieneverordnung SR 817.051 vom 26. Juni 1995. Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1995.
- 5 *Berg, Chr. und Hildebrandt, G.*: Repräsentanz mikrobiologischer Untersuchungsergebnisse von Lebensmitteln. Dtsch. Lebensm.-Rundsch. 92, 307–317 (1996).

Korrespondenzadresse: Paul E. Walser, Chemisches Laboratorium des Kantons Graubünden, Planaterrastrasse 11, CH-7000 Chur, E-mail: [paul.walser@klgr.gr.ch](mailto:paul.walser@klgr.gr.ch)