

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, durch mikrobiologische Untersuchungen den Hygienestatus in der Umgebungsluft, der Luft der Kalten Küche, der Garküche und in der Speiseausgabe von Einrichtungen zur Gemeinschaftsverpflegung im Bereich der Bundeswehr zu ermitteln, und die Einflüsse auf den Luftkeimgehalt näher zu definieren. Insbesondere sollten zeitabhängige Schwankungen der Luftkeimzahlen erfaßt und deren Ursachen ermittelt werden. Zu diesem Zweck wurden in vier Truppenküchen der Bundeswehr die aerobe mesophile Gesamtkeimzahl, die Zahl der Staphylokokken sowie der Hefen und Schimmelpilze in der Luft mit dem RCS-Plus Luftkeimsammler gemessen. Der mikrobiologische Nachweis der Luftkeime erfolgte über gebrauchsfertige, industriell hergestellte und validierte Luftkeimindikatoren. Um eine zeitliche Variation der Keimbelastung prüfen zu können, wurden in jeder Truppenküche monatlich an jeder Meßlokalisierung regelmäßig über den Tag verteilte Messungen durchgeführt. Dabei wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit 1517 Keimträger „TC“, 1507 Keimträger „S“ und 1501 Keimträger „YM“ ausgewertet.

Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

1. Der Luftkeimsammler RCS-Plus erfüllte wegen der mobilen, netzunabhängigen Einsetzbarkeit, der Validierbarkeit des Luftdurchsatzes, der einfachen Handhabung und der leicht zu transportierenden Keimträger alle wichtigen Anforderungen an die Praxistauglichkeit für die Routineüberwachung in Großküchen.
2. Die aerobe mesophile Keimzahl in der Umgebungsluft wies Mittelwerte von 107 bis 295 KbE/m<sup>3</sup> Luft auf, z.T. wurden Spitzenwerte bis zu 2750 KbE/m<sup>3</sup> Luft gemessen. Staphylokokken wurden nur in sehr geringem Ausmaß in der äußeren Umgebung der Truppenküchen gefunden. Bei einigen Küchen lag die mittlere Staphylokokkenbelastung nur unwesentlich oberhalb der unteren Nachweisgrenze von 5 KbE/m<sup>3</sup> Luft. Die mittlere Hefen- und Schimmelpilzbelastung der Außenluft betrug zwischen 79 und 100 KbE/m<sup>3</sup>. Zum Teil konnten Keimzahlen bis zu 5150 KbE/m<sup>3</sup> Luft gemessen werden. Stadtluft wies höhere aerobe mesophile Keimzahlen auf als die Luft in ländlicher Umgebung.

3. Die aerobe mesophile Keimzahl sowie die Hefen- und Schimmelpilzbelastung erreichten in der Außenluft im Mittel meist höhere Werte als in der Raumluft. Allerdings übertrafen die in der Raumluft gemessenen Spitzenwerte die maximalen Keimzahlen der Außenluft gelegentlich um ein Mehrfaches. An den Innenraummeßlokalisationen konnte eine mittlere aerobe mesophile Keimzahl zwischen 41 und 225 KbE/m<sup>3</sup> Luft nachgewiesen werden. Maximal erreichte die aerobe mesophile Keimzahl bis zu 5000 KbE/m<sup>3</sup> Luft. Die Staphylokokkenzahlen lagen im Mittel zwischen 15 und 70 KbE/m<sup>3</sup> Luft, vereinzelt wurden Spitzenwerte von bis zu 1000 KbE/m<sup>3</sup> Luft nachgewiesen. Die mittlere Hefen und Schimmelpilzbelastung der Raumluft wies Werte zwischen 6 und 56 KbE/m<sup>3</sup> Luft auf, maximal konnten bis zu 5950 KbE/m<sup>3</sup> Luft gemessen werden.
4. In den Truppenküchen wiesen die Keimzahlen an der Meßlokalisation Ausgabe die höchsten Werte auf, während in der Garküchenluft die niedrigste mikrobielle Belastung ermittelt werden konnte. Eine Ausnahme bildete die Truppenküche A, wo in der Garküche und der Ausgabe deutlich niedrigere Keimzahlen gemessen werden konnten als in der Kalten Küche.
5. Luftkeimzahlunterschiede zwischen den einzelnen Truppenküchen konnten vor allem auf bauliche Mängel, das Verhalten des Personals und die Anzahl zu verpflegender Personen sowie des beschäftigten Personals zurückgeführt werden. Die in den Küchen gemessenen Keimzahlmaxima ließen sich weitgehend Verfahrensfehlern in der Produktion zuordnen.
6. Die Hefen- und Schimmelpilzgehalte schwankten, jahreszeitlich bedingt, in der Außenluft und der Raumluft. Die Hefen- und Schimmelpilzbelastung in der Außenluft zeigte Korrelationen zur Hefen- und Schimmelpilzbelastung annähernd aller Raummeßlokalisationen.
7. Neben dem Einfluß von Klimafaktoren auf die Luftkeimzahlen führte in der Raumluft vor allem die lüftungstechnisch bedingte Übertragung von Keimen aus der Außenluft zu jahreszeitlich bedingten Schwankungen. Die gleichzeitige Messung der Hefen- und Schimmelpilzbelastung in der Raumluft und der Außenluft eignet sich für eine Funktionskontrolle der lüftungstechnischen Anlagen von Großküchen.

8. Der an die Essensausgabezeiten orientierte Betriebsablauf führte zu unterschiedlichen Personalaktivitätsstärken, die für Schwankungen der Staphylokokkenkeimzahlen in der Raumluft verantwortlich waren. Während intensiver Arbeitsaktivitäten des Küchenpersonals zur Mittagszeit wurden im Mittel bis zu 8-mal höhere Keimzahlen gemessen als zu Zeiten ohne oder mit nur geringer Betriebsaktivität gegen Arbeitstaggende. Die Meßlokalisierung „Essensausgabe“ wies aufgrund zeitweise sehr hohen Personenaufkommens die stärksten Schwankungen der Keimzahlen auf. Die Erfassung der Staphylokokkenbelastung der Luft scheint aufgrund des engen Zusammenhangs zur Personalaktivität am besten geeignet zu sein, Hinweise auf die Personalhygiene zu liefern.
9. Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung wird für Zeiten hoher bis mittlerer Betriebsaktivität eine Gesamtkeimzahl von  $<700 \text{ KbE/m}^3$  Luft als akzeptabler Wert angesehen. In Zeiten geringerer Aktivität sollte im Bereich der Garküche eine Keimzahl von  $350 \text{ KbE/m}^3$  Luft und in der Kalten Küche eine Keimzahl von  $175 \text{ KbE/m}^3$  Luft nicht überschritten werden. Für die Staphylokokkenbelastung der Raumluft von Truppenküchen wird eine Keimzahl von  $175 \text{ KbE/m}^3$  Luft als Richtwert vorgeschlagen.

## 6. SUMMARY

NIPPGEN, MICHAEL

**Studies about variations of the airborne germ content caused by seasonal changes and production activities in institutions for common food of German Armed Forces**

It was the objective of this paper to determine the hygienic air quality outdoors, of the cold kitchen, of the cooking area and of the food distribution bar of German military canteens and to explore the factors influencing the content of airborne micro-organisms. For this purpose measurements of the total count of airborne germs, the content of airborne Staphylococci and the count of airborne yeast and molds in 4 separate military kitchens of German Armed Forces were taken by the air-sampler RCS-Plus. The microbiological proof of airborne germs was ensured by industrial produced and validated indicators of airborne micro-organisms. Distributed measurements at each measurement location were done monthly during the day in every kitchen to proof the temporary variations of the microbiological air load. For this investigation altogether 1517 culture medium-strips „TC“, 1507 culture medium-strips „S“ and 1501 culture medium-strips „YM“ were analysed.

The results can be described as follows.

1. Because of the wireless purpose, the validity of the air current, the easy use and the easy transport of culture medium-strips the air-sampler RCS-Plus fulfilled all important requirements at the aptitude for routine-measurements in public institutions for communal food.
2. The total content of airborne germs outside showed medium ranges of 107 to 295 cfu/m<sup>3</sup>, partly maximal ranges up to 2750 cfu/m<sup>3</sup> were detected. Outdoors airborne Staphylococci only were found in a very small extent. In some kitchens the medium content of Staphylococci in the air outdoors was only negligible upon the lower detecting limit of 5 cfu/m<sup>3</sup>.

The medium outdoor air pollution with yeast and molds amounted between 79 and 100 cfu/m<sup>3</sup>. In part concentrations up to 5150 cfu/m<sup>3</sup> could be measured. The air in cities showed higher total germ contents than the air in rural areas.

3. The medium total content of germs and the medium yeast and mold concentration in the outdoor air mostly reached higher values than the indoor air. Sometimes indeed the indoor air surpassed the outdoor air in maximum germ counts about a multiple. A medium total airborne germ count of 41 to 225 cfu/m<sup>3</sup> could be detected at indoor measurement locations. The total germ content was at a maximum of 5000 cfu/m<sup>3</sup>. The Staphylococci showed a medium content of 15 to 70 cfu/m<sup>3</sup>, occasional top values up to 1000 cfu/m<sup>3</sup> could be explored. The medium pollution of indoor air with yeast and molds amounted of 6 to 56 cfu/m<sup>3</sup>, occasional up to 5950 cfu/m<sup>3</sup> were measured.
4. The food distribution bar in military canteens showed the highest germ contents, while the lowest values could be detected in the air of the cooking room. The military kitchen A was the only exception, where the cold kitchen showed here higher germ counts than the cooking room and the food distribution.
5. Above all, the differences between airborne germ contents of the military canteens could be dependent on structural faults, staff's behaviour, the number of customers and the number of personnel. The maximum germ counts in the indoor air mainly could attributed to errors in operating activities.
6. The concentrations of yeast and molds varied with the season in outdoor and indoor air. The load with airborne yeast and molds outside showed correlations to the pollution with airborne yeast and molds at nearly all indoor measurement locations.
7. Apart from the influence of climatic factors to the airborne germ content, above all, the germ transfer of the outdoor air by ventilation systems led to seasonal variations of the indoor air. A simultaneous measurement of yeast and molds in the indoor and outdoor air suited for a functional control of ventilation systems of public institutions for common food.

8. The operating process depending on mealtimes led to different intensities of staff's activities, which were responsible for variations of airborne Staphylococci indoors. During intensive staff activities at lunch-times the medium germ counts were detected 8-times higher than at times with smaller or without personnel activities at the end of a working day. The measurement location „food distribution bar“ showed the highest variations of airborne germ contents in an overcrowded room. Because of the close relation to staff's activities the registration of Staphylococci contents in the air seems to be the most suitable to give indications of personnel-hygiene.
9. Because of the results of this investigation it was assessed a total count of  $<700 \text{ cfu/m}^3$  as an acceptable value at times with intensive or medium-sized activities. At times with smaller activities a limit of total airborne germ counts of  $350 \text{ cfu/m}^3$  in cooking areas and of  $175 \text{ cfu/m}^3$  in cold kitchens should not be broken. For Staphylococci concentrations in the indoor air of military canteens a count of  $175 \text{ cfu/m}^3$  is proposed as standard value.