

Nutzung von Holz im Krankenhaus unbedenklich

Studie weist antimikrobielle Wirkung von Kiefernholz gegen Erreger von Krankenhausinfektionen nach

Von Monika Strehlein*, Johannes Wirmer*, Elke Schmidt-Eisenlohr*, Franz Daschner**, Freiburg

Eignet sich Kiefernholz für die Verwendung im Krankenhaus als Gebrauchs- und Einrichtungsgegenstände, wie Tische, Bettwägen oder Wandverkleidung? Dies war die zentrale Frage einer Studie, die die Grundlage für den folgenden Artikel darstellt. Ergebnis: Einem praktischen Einsatz im Krankenhaus steht aus hygienischer Sicht nichts entgegen. Neben einer möglichen Reduktion von Desinfektionsmitteln, würde eine Nutzung von Holz im Krankenhaus auch zu einer Verbesserung der unbewusst wahrgenommenen Krankenhausatmosphäre führen, wovon vor allem Patienten, aber auch das Personal profitieren könnten.

Der Einsatz von Holz für Einrichtungs- oder Gebrauchsgegenstände hat eine lange Tradition. In den letzten Jahrzehnten allerdings wurden die hygienischen Eigenschaften von Holz negativ bewertet und dessen Verwendung in hygienisch kritischen Bereichen, wie der Fleischindustrie oder im Krankenhaus, vermieden. Im Gegensatz zu Kunststoff gilt unbehandeltes Holz als natürlich und gemütlich, wird jedoch mit Schmutz und schlechten Reinigungseigenschaften assoziiert. In Krankenhäusern wird daher in erster Linie Kunststoff verwendet, während Holz, wenn überhaupt, in lackierter Form oder mit Kunststoffbeschichtung eingesetzt wird.

Ausgehend von Studienergebnissen, die im Gegensatz hierzu jedoch gute antimikrobielle Eigenschaften von Holz erkennen lassen, war das Ziel der vorliegenden Studie dies zu überprüfen und die Eignung von Holz für Einrichtungs- und Gebrauchsgegenstände im Krankenhaus zu untersuchen. Verglichen wurde das Keimwachstum auf Oberflächen aus Kiefern-Kernholz (*Pinus*

silvestris), das zwei unterschiedlichen Wasch- und Trocknungsverfahren, K3 und K3/7-02, unterzogen worden war (im folgenden Hygieneholz 1 und 2 genannt) mit dem Keimwachstum auf Kunststoff (Polyethylen) und auf kunststoffbeschichteten Platten (die Materialien wurden von der Fa. Wilms Holzprodukte, Bad Essen-Barkhausen, bereitgestellt).

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Keimabnahme auf den verschiedenen Oberflächen bei einer Ausgangskonzentration von 10^5 KBE/cm² exemplarisch für die Keime *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa*. Die Ergebnisse machen deutlich, dass die Keimzahlreduktion auf beiden Hygieneholztarten deutlich höher ist, als auf den Vergleichsoberflächen aus Kunststoff und kunststoffbeschichteten Platten. Dies gilt für alle Keime außer *Penicillium camembertii*. Die Unterschiede zwischen den beiden Hygieneholztarten sind gering und abhängig von den untersuchten Keimen und dem Zeitpunkt der Probenahme. Die höchste antibakterielle Wirkung hatte Hygieneholz 1 bei *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Candida albicans*. Auch bei einem Inoculum von 10^5 KBE pro cm² nahm die Keimzahl auf den Holzern jeweils stärker ab als auf Kunststoff bzw. kunststoffbeschichteten Platten.

Von den vier verwendeten Desinfektionsmitteln wurde nach Kontamination und anschließender Desinfektion bei

drei (70% Ethanollösung, 0,5% Buratonlösung, Incidin Plus 0,5%) kein signifikantes Keimwachstum festgestellt. Bei Desinfektion mit 70% Ethanollösung fand sich zu keinem Zeitpunkt ein signifikantes Keimwachstum, unabhängig von Oberfläche und Konzentration. Bei Verwendung von 0,5% Buratonlösung konnte nur in Einzelfällen bei den Sofortwerten (0 Min., 30 Min.) und hoher Keimkonzentration relevantes Wachstum nachgewiesen werden (hauptsächlich bei Hygieneholz 1 und 2). Auch nach Desinfektion mit Incidin Plus 0,5% zeigte sich bei den Sofortwerten und bei hoher Keimkonzentration ein geringes Wachstum auf allen Oberflächen (nicht gezeigt). Bei Verwendung von 1,5% Sirafanlösung zeigte sich auf den beiden Hygieneholztarten in fast allen Fällen ein größeres Keimvorkommen als bei Kunststoff und kunststoffbeschichteten Platten. Dies gilt nicht für *Mycobacterium terrae*, für das auf keiner Oberfläche ein signifikantes Wachstum festgestellt wurde, sowie für *Penicillium camembertii*, bei dem das Keimwachstum auf den beiden Hygieneholztarten geringer ausfiel, als bei Kunststoff und kunststoffbeschichteten Platten. Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse bei einer Konzentration von 10^5 KBE/cm² exemplarisch für die Keime *Staphylococcus* und *Enterococcus*.

Diskussion

Die hygienischen Eigenschaften von Holz wurden seit den 50er Jahren ausgehend von der Fleischwirtschaft in zahlreichen Studien untersucht [1 bis 5]. Die Untersuchungen der Keimgehalte auf den Oberflächen und in tiefer liegenden Holzschichten zeigten zunächst sowohl ohne als auch bei Einsatz von Reinigungsmitteln ein höheres Keimvorkommen auf Holz als auf Metall oder Kunststoff. Diese Studien berücksichtigen jedoch weder die Holzart, noch die Schmittrichtung, Holzfeuchtigkeit und Vorbehandlung der untersuchten Holzmaterialien. 1993 kam das Food Research Institute in Wisconsin (USA) zu Ergebnissen, die

gute hygienische Eigenschaften von Holz im Vergleich zu Kunststoff zeigten und eine antimikrobielle Eigenschaft von Holz vermuten ließen [6,7]. Die Untersuchungen von Schönwälder et al. [8] zeigten dann die besten antimikrobiellen Eigenschaften für unverschmutztes Kiefernholz im Vergleich zu anderen Holzarten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen die Ergebnisse von Schönwälder et al. [8] bezüglich der hygienischen Eigenschaften des von der Firma Gustav Wilms Holzprodukte nach speziellem Verfahren gewaschenen und getrockneten Kiefernholz. Eine eindeutige antimikrobielle Wirkung konnte festgestellt werden, auch gegen die hier getesteten Erreger häufiger nosokomialer Infektionen (im Krankenhaus erworbener Infektionen). Bezüglich der untersuchten Keime ließen sich keine deutlichen Unterschiede der antimikrobiellen Wirkung feststellen.

Rodel et al. [1] begründeten schlechte hygienische Eigenschaften von Holz mit dem fibrillären Aufbau der Zellwände und der großen inneren Oberfläche, in der Vorstellung Oberflächenwasser und darin gelöste Keime würden durch die kapillare Saugwirkung der Ring- und Tüpfelgefäße ins Holzinnere transportiert und könnten sich dort vor Reinigungs- und Desinfektionsmitteln geschützt vermehren.

Im Gegensatz hierzu sehen Schulz [9] und Kampelmacher et al. [5] die Ursache für die antibakterielle Wirkung von Holz gerade in seinen hygroskopen Eigenschaften sowie der Porosität, die zu einer Absenkung der Wasseraktivität im Holzinneren führt. Den Keimen wird damit die für ihre Lebensaktivität und Vermehrung unerlässliche Feuchtigkeit entzogen. Um die Absorptionsfähigkeit des Holzes zu verbessern und zu standardisieren, wurden von der Firma Gustav Wilms Holzverpackungen ein Wasch- und Trocknungsverfahren (K3) entwickelt, das zu einer zusätzlichen Verbesserung der Keimreduktion auf der Holzoberfläche führte [8]. Die antibakterielle Wirkung von Kiefernholz wird außerdem durch Polyphenole (Tannine) erzeugt, die zu den sekundären Extraktstoffen gehören und somit nur in bestimmten Holzarten zu finden sind [10 bis 16].

Zur Keimzahlbestimmung auf den verschiedenen Oberflächen wurde in der vorliegenden Untersuchung das RODAC-Abklatschverfahren verwendet. Während auf Kunststoff und kunststoffbeschichteten Platten die aufgetragenen Keimsuspensionen auf der Oberfläche verblieben, kam es auf dem Holz aufgrund seiner Saugwirkung zu einer Absorption der Suspension.

Untersuchungen von Schönwälder et al. [8] haben die Methode der destruktiven Keimzahlbestimmung durch Extraktion mit der Methode der Oberflächen-Keimzahlbestimmung mittels des RODAC-Abklatschverfahrens verglichen. Hier zeigte sich bei einer höheren Sensitivität der destruktiven Extraktionsmethoden eine Korrelation der Ergebnisse beider Methoden. Somit lässt die Keimzahlbestimmung auf der Oberfläche auch Rückschlüsse auf die Keimzahlentwicklung im Holzinneren zu. Bei den verwendeten Keimen wurden, mit einer Ausnahme, hygienisch relevante Erreger oder häufige Erreger nosokomialer Infektionen, wie *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* und *Mycobacterium terrae* ausgewählt [17 bis 19]. Um aufwändige Vorsichtsmaßnahmen bezüglich der Sporenbelastung in der Atemluft gering zu halten, wurde der unbedenkliche *Penicillium camembertii* anstelle des sehr viel pathogeneren *Aspergillus niger* als Vertreter der Schimmelpilze verwendet [17, 19]. Hygienische Vorteile von Kunststoffen oder Metall sah man bisher in der guten Desinfizierbarkeit im Vergleich zu Holz [1, 5]. Die vorliegenden Ergebnisse

zeigen für die Desinfektion mit 70%iger Ethanollösung, mit einem Aldehyd (Buraton) sowie mit einem Glucoprotamin (Incidin Plus) eine ebenso gute Wirkung gegen die aufgetragenen Keime auf Kunststoff- und kunststoffbeschichteten Platten wie auf Holz.

Im Gegensatz dazu wurden bei den Versuchen mit Sirafan, dessen Wirkung auf der Kombination quarternärer Ammoniumverbindungen und Biguaniden beruht, welche kationische Eigenschaften besitzen und die Zytoplasmamembran angreifen, auf dem Kiefernholz die höheren Keimzahlen festgestellt. Eine mögliche Ursache für das schlechte Desinfektionsergebnis auf Holz ist in der möglichen Neutralisation zwischen dem kationischen Desinfektionsmittel und den im Kiefernholz vorkommenden Polypeptiden, die anionische Eigenschaften besitzen, zu sehen. Im Gegensatz zu alkoholischen Desinfektionsmitteln eignet sich Sirafan somit nicht für die Desinfektion von Holzmaterialien.

Jede Versuchs-anordnung wurde dreimal wiederholt, hierbei zeigte sich immer eine klare Tendenz, mit nur gering schwankenden Abweichungen vom Mittelwert. Die Versuche wurden soweit möglich, standardisiert, die Auftragsmenge und die Auftragsfläche war bei allen Versuchen gleich.

Nicht konstant gehalten wurden die Luftfeuchtigkeit und die Raumtemperatur. Diese Parameter blieben unbeeinflusst, da die Untersuchungen Rückschlüsse über das Verhalten der Keime unter im Krankenhaus üblichen Bedingungen zulassen sollten. Eine eventuelle Ermüdung des antibakteriellen Effektes bei mehrfacher Kontamination ist nicht zu erwarten. Schönwälder et al. [8] zeigten, dass auch nach zehnmaliger Auftragung von Testkeimen die antibakterielle Aktivität des Kiefernholzes erhalten bleibt. Bei höheren Keimbelastungen zeigte sich jedoch eine Verlangsamung der Abnahme der Keimzahl auf dem Holz.

Die zentrale Frage dieser Studie war, ob sich das untersuchte Holz für die Verwendung als Gebrauchs- und Einrichtungsgegenstände wie Tische, Bettwägen oder Wandverkleidung im Krankenhaus eignet. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse steht einem praktischen Einsatz im Krankenhaus aus hygienischer Sicht nichts entgegen. Eine regelmäßige Kontrolle der Oberflächenkontamination der Holzmaterialien ist jedoch vorerst zu empfehlen und mittels des RODAC-Abklatschverfahrens ohne große Umstände und kostengünstig durchführbar. Bisher konnte noch nicht bewiesen werden, dass eine regelmäßige Flächen-desinfektion im Krankenhaus die Krankenhausinfektionsrate senkt [21 bis 23]. Kiefernholz verfügt im Gegensatz zu Kunststoff oder Metall über eine kontinuierliche antimikrobielle Wirkung. Eine gezielte Desinfektion mit 70% Ethanollösung bei sichtbarer Kontamination mit Blut, Stuhl oder anderen infektiösen Sekreten ist selbstverständlich durchzuführen.

Neben einer möglichen Reduktion von Desinfektionsmitteln, würde eine Nutzung von Holz im Krankenhaus auch zu einer Verbesserung der unbewusst wahrgenommenen Krankenhausatmosphäre führen, wovon vor allem Patienten, aber auch das Personal profitieren [24].

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde die antimikrobielle Wirkung von Kiefernholz gegen typische nosokomiale Keime untersucht. Anhand des RODAC-Abklatschverfahrens wurde die Keimreduktion auf Kiefernholz mit der auf Kunststoff- (Polyethylen) und kunststoffbeschichteten Plattenoberflächen ohne Desinfektion und nach Desinfektion mit im Krankenhaus üblichen Desinfektionsmitteln (Alkohol, Buraton, Incidin und Sirafan) verglichen.

VERSUCHSDESIGN

Material

Untersucht wurden:

- 25 x 10 cm große Bretchen bei einer Stärke von 2 cm (Kiefern-Kernholz)
- 25 x 10 cm große Kunststoff beschichtete Spanplatten
- 25 x 10 cm große Kunststoffplatten 0,5 mm stark

Testkeime

Zur Testung wurden folgende Keime aus der Stammsammlung des Institutes für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene Freiburg ausgewählt:

- *Staphylococcus aureus* (Methicillin-resistent)
- *Enterococcus faecium* (Vancomycin-resistent)
- *Escherichia coli* (multiresistent)
- *Pseudomonas aeruginosa* (multiresistent)
- *Candida albicans*
- *Mycobacterium terrae*
- *Penicillium camembertii* (Schimmelpilz).

Die Anzüchtung der Keime erfolgte auf Blutagar (Columbia, Fa. Heipha, Heidelberg) als Übernachtskultur im Brutschrank bei 37°C. Es wurde eine Keimsuspension mit 5 ml Müller-Hinton-Bouillon (Fa. Merck, Darmstadt) hergestellt und mittels Micro-Scan-Turbidimeter (Fa. Dade Behring, Liederbach) auf eine Keimkonzentration von 10^8 KBE/ml (KBE = Kolonien bildende Einheit) eingestellt. Mittels 0,9%iger NaCl-Lösung wurde die Suspension auf Konzentrationen von 5×10^5 KBE/ml bzw. 5×10^7 KBE/ml

verdünt. Zur Verringerung der Oberflächenspannung wurden 5% steriles Pferdeblut zugesetzt (Fa. ACILA, Mörfelden-Walldorf).

Kontamination und Probenahme

Die zu untersuchenden Oberflächen wurden vor Versuchsbeginn mit 70%igem Alkohol desinfiziert. Anschließend wurden 0,02 ml der jeweiligen Testsuspension, entsprechend einer Keimkonzentration von 10^5 KBE/cm² und 10^7 KBE/cm², auf die Flächen aufgebracht und ausgespatelt. Eine Antrocknung erfolgt 30 Min. bei Zimmertemperatur. Nach der Antrocknung wurde ein Teil der Bretchen mit Desinfektionsmitteln behandelt, der andere Teil blieb unbehandelt. Die Keimzahl auf den Oberflächen wurde mittels RODAC-Abklatschverfahren* zu den Zeitpunkten 0 Min., 30 Min., 1 h, 4 h, und 24 h gemessen. Hierfür wurde eine mit Nähragar ausgegossene Petrischale mit einer leicht nach oben gewölbten Kontaktfläche (etwa 16 cm²) für 10 Sek. mit einem Auflagengewicht von 500g auf die Fläche gedrückt.

Für die Versuche ohne Desinfektion wurde Columbia-Blutagar, für die Versuche mit Desinfektion Caso-Agar mit Enthemer (beide Fa. Heipha, Heidelberg) verwendet. Die Abklatschplatten wurden bei 37° kultiviert. Nach einer Inkubationszeit von 24 bis 48 h konnten die Kolonien ausgezählt werden. Ab einer Koloniezahl von 350 pro Platte waren die Kolonien nicht mehr eindeutig voneinander abgrenzbar und somit nicht mehr quantifizierbar.

Jede Untersuchung wurde 3-fach wiederholt.

Desinfektion

Getestet wurde je ein Vertreter der üblicherweise im Krankenhaus zur Anwendung kommenden Desinfektionsmittelgruppen der Alkohole, Aldehyde, Quarternäre Ammoniumverbindungen / Biguanide und Glucoprotamine.

- Ethanol 70% (Alkohol, AllChem, Breisach)
 - Buraton 0,5% (Aldehyd, Schülke & Mayr, Norderstedt)
 - Sirafan perfekt 1,5% (Quaternäre Ammoniumverbindung/Biguanid, Henkel Ecolab, Düsseldorf)
 - Incidin Plus 0,5% (Glucoprotamin, Henkel Ecolab, Düsseldorf)
- Die kontaminierten Oberflächen wurden nach der Antrocknungszeit von 30 Min. mit Desinfektionsmittelgetränkten Lappen zweifach abgewischt. Im Anschluss erfolgte die Probenahme mittels RODAC-Abklatschplatten (Caso-Agar mit Enthemer, Fa. Heipha, Heidelberg). Jede Untersuchung wurde 3fach wiederholt.

* Abklatschverfahren: Mikrobiologische Methode zum Nachweis bakterieller Besiedlung auf Oberflächen. Dazu wird ein gelartiges Nährmedium (Nähragar) mit einer definierten Flächengröße aufgedrückt. Bakterien haften dem Agar an, vermehren sich bei Bebrütung unter geeigneten Bedingungen und bilden sichtbare Kolonien. Deren Anzahl entspricht der Zahl der vermehrungsfähigen Bakterien auf der untersuchten Oberfläche.

Ohne Anwendung von Desinfektionsmitteln waren auf den beiden Kiefernholzarten deutlich weniger Keime nachweisbar als auf den Kunststoff- und kunststoffbeschichteten Plattenoberflächen. Von den vier verwendeten Desinfektionsmitteln wurde nach Kontamination und anschließender Desinfektion bei Verwendung von Alkohol, Buraton und Incidin auf allen Oberflächen kein signifikantes Keimwachstum festgestellt. Bei Desinfektion mit Sirafan hingegen

wurde ein deutlich höheres Keimwachstum auf den beiden Holzarten als auf den Kunststoff- und kunststoffbeschichteten Plattenoberflächen gemessen. Die schlechte Wirkung von Sirafan auf den Holzmaterialien lässt sich mit der Wechselwirkung zwischen im Holz vorkommenden anionischen Polyphenolen und kationischen Tensiden des Desinfektionsmittels erklären.

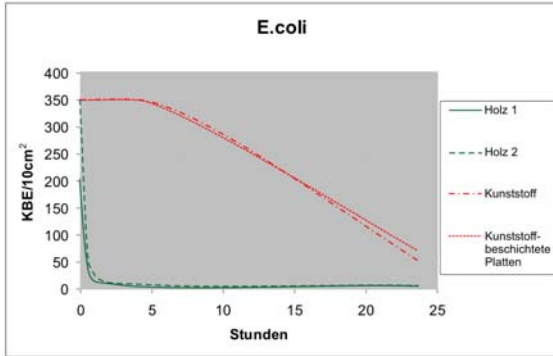


Abbildung 1a Keimzahlenentwicklung (KBE/10 cm²) auf Holz versus Kunststoff bzw. kunststoffbeschichteten Platten ohne Desinfektion; Inoculum 10³ KBE/cm² am Beispiel *E. coli*.

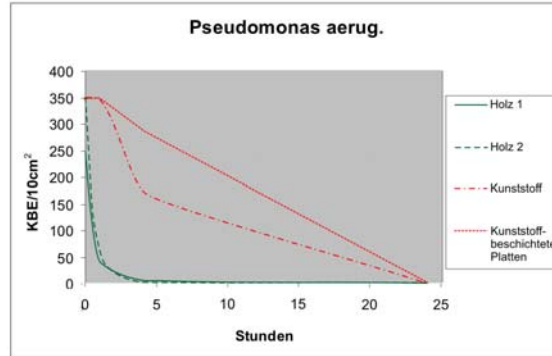


Abbildung 1b Keimzahlenentwicklung (KBE/10 cm²) auf Holz versus Kunststoff bzw. kunststoffbeschichteten Platten ohne Desinfektion; Inoculum 10³ KBE/cm² am Beispiel *Pseudomonas aeruginosa*.

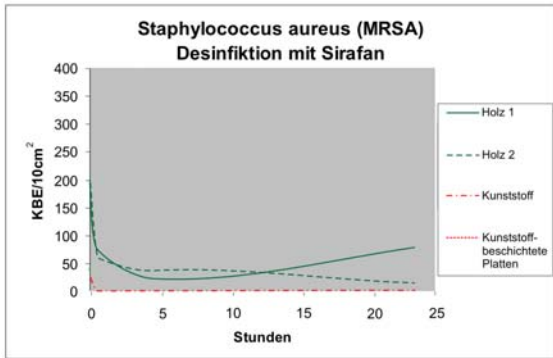


Abbildung 2a Keimzahlenentwicklung (KBE/10 cm²) auf Holz versus Kunststoff bzw. kunststoffbeschichteten Platten nach Desinfektion mit 1,5% Sirafanlösung; Inoculum 10³ KBE/cm² am Beispiel *Staphylococcus aureus (MRSA)*.

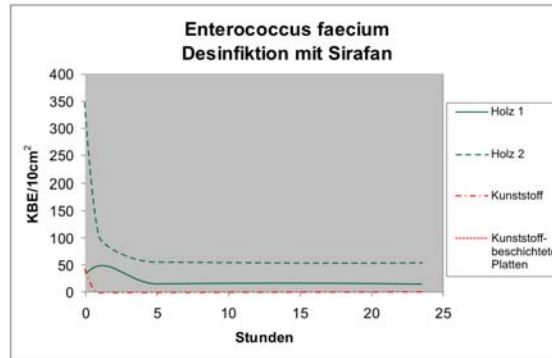


Abbildung 2b Keimzahlenentwicklung (KBE/10 cm²) auf Holz versus Kunststoff bzw. kunststoffbeschichteten Platten Desinfektion mit 1,5% Sirafanlösung; Inoculum 10³ KBE/cm² am Beispiel *Enterococcus faecium*.

Literatur

1. Rödel, W., Hechelmann, H., Dresel, J. (1994). Hygieneaspekte zu Schneidunterlegen aus Holz und Kunststoff. *Fleischwirtschaft* 74, 814-821.
2. Borneff, J., Hassinger, R., Wittig, J., Edenharder, R. (1988a). Untersuchungen zur Keimverbreitung in Haushaltsküchen. 1. Problemstellungen, Versuche, Ergebnisse. *Zbl. Bakt. Hyg. B* 186, 1-29.
3. Borneff, J., Hassinger, R., Wittig, J., Edenharder, R. (1988b). Untersuchungen zur Keimverbreitung in Haushaltsküchen. 2. Mitteilung: Beurteilung der Resultate und hygienische Schlussfolgerungen. *Zbl. Bakt. Hyg. B* 186, 30-44.
4. Gilbert, R. J., Watson, H. M. (1971). Some laboratory experiments on various meat preparation surfaces with regard to surface contamination and cleaning. *J. Fd. Technol.* 6, 163-170.
5. Kampelmacher, E.H., Mossel, D.A.A., van Schothorst, M., van Noorle Jansen, L.M. (1971). Quantitative Untersuchungen über die Dekontamination von Holzflächen in der Fleischverarbeitung. *Alimenta Sondernummer*, 70-76.
6. Ak, N.O., Cliver, D. O., Kaspar, C.W. (1994a). Cutting boards of plastic and wood contaminated experimentally with bacteria. *J. Food Prot.* 57, 16-22.
7. Ak, N.O., Cliver, D. O., Kaspar, C.W. (1994b). Decontamination of plastic and wooden cutting boards for kitchen use. *J. Food Prot.* 57, 23-30.
8. Schönwälder, A., Kehr, R., Wulf, A., Smalla, K. (2002). Wooden boards affecting the survival of bacteria. *Holz als Roh- und Werkstoff* 60, 249-257.
9. Schulz, H. (1995). Holz im Kontakt mit Lebensmitteln. *Holz-Zentralblatt* 84, 1395, 1400.
10. Schwager, Ch., und Lange, W. (1998). Biologischer Holzschutz. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 11, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
11. Bayer, O. (1997). Polyphenole im Rindbereich der Südkirsche. Diss. TU Braunschweig.
12. Müller, W., Stohy, A., Ismail A.A. (1995). „In vitro“ effect of Egyptian tannin-containing plants and their extracts on the survival of pathogenic bacteria. *Dtsch Tierärztl. Wschr.* 102, 344-348.
13. Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannins. *Phytochem.* 30:3875-3883.
14. Schrägle, R. und Müller, W. (1990). The influence of selected tannin-containing plant species on the tenacity of pathogenic bacteria in an in-vitro rumen system. *J. Vet. Med.* 37, 181-186.
15. Field, J.A., Kortekaas, S., Lettings, G. (1989). Toxicity of tannic compounds to microorganisms. In: *Basic Life Sci.: Plant Polyphenols. Synthesis, Properties Significance*, Plenum Press, New York, London, 673-692.
16. Laks, P.E., und McKaig, P.A. (1988). Flavonoid Biocides: Wood Preservatives based on condensed tannins. *Holzfor-schung* 42, 299-306.
17. Kappstein, I. (2002). Nosokomiale Infektionen. 2. Aufl. W. Zuckschwerdt, München.
18. Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert, J., Zinkernagel, R.M. (1998). Medizinische Mikrobiologie. 9. Aufl. Thieme, Stuttgart
19. Janossy, G. (1972). Enterococci recovered from crockery, kitchen utensils and working areas as indicators of kitchen sanitary quality. *Zentralb. Bakteri-ol* 155, 526-530.
20. Gemeinhardt, H., Eckert, H., Fischer, P. (1982). Localised aspergillosis of the lung caused by *Aspergillus niger*. *Atmungsorgane* 159, 289-294.
21. Daschner, F. (2000). Routinemäßige Flächendesinfektionen sind überflüssig. Führen und Wirtschaften im Krankenhaus 17; 407-408.
22. Dharan S.P., Mourouga, P., Copin, P., Bessmer, G., Tschanz, B., Pittet, D. (1999). Routine disinfection of patients' environmental surfaces. Myth or reality? *J. Hosp. Infect.* 42, 113-117.
23. Danforth, D., Nicolle, L.E., Hume, K., Alfieri, N., Sims, H. (1987). Nosocomial infections on nursing units cleaned with a disinfectant compared with detergent. *J. Hosp. Infect.* 10, 229-235.
24. Schuster, F. (1958). Vom Gestalten der Dinge aus Holz und ihre Wirkung auf den Menschen. *Holz Heim Hygiene* 43, 101-106