

**Mikrobiologische Untersuchungen
zur hygienisch einwandfreien
Nutzung von Holzbadewannen und
vergleichbaren Produkten**

**Franz F. REINTHALER
Franz MASCHER**

**Erstellt im Auftrag der Kärntner Landesregierung
Abteilung 12, Sanitätswesen
Hasnerplatz 8, 9020 Klagenfurt**

Graz, November 2009

ao.Univ.Prof.Mag.Dr. Franz F. REINTHALER
ao.Univ.Prof.Mag.Dr. Franz MASCHER

ARGE Hygiene & Fortbildung

Universitätsplatz 4, Parterre
8010 Graz

Tel.: 0316/380-4386 Fax: 0316/380-9646
e-mail: franz.reinthal@medunigraz.at
e-mail: franz.mascher@medunigraz.at



ARGE Hygiene & Fortbildung

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	4
2	Studie.....	8
2.1	Methodik.....	8
2.1.1	Rückgewinnung der Testmikroorganismen (TMO).....	9
2.1.2	Reinigung / Dekontamination.....	9
2.2	Ergebnisse.....	10
2.2.1	Rückgewinnung / Wiederfindung.....	10
2.2.2	Reinigung / Dekontamination.....	11
2.3	Beurteilung der Untersuchungsergebnisse.....	16
3	Wartung und Pflege.....	18
3.1	Hygieneplan.....	18
4	Qualitätssicherungs- und Kontrollverfahren für Eigenkontrolle und behördliche Kontrolle.....	19
4.1	Betriebstagebuch.....	19
4.2	Bakteriologische Abklatschkulturen.....	20
5	Zusammenfassung.....	21
6	Verwendete Literatur.....	22
7	Anhang: Abbildungen zur Versuchsanordnung.....	23

1 EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten hat Kunststoff in vielen Bereichen den Werkstoff Holz ersetzt bzw. verdrängt. Im Lebensmittelbereich sowie auch im Bäderbereich wurden in erster Linie hygienische Bedenken gegenüber Holz als Begründung angeführt. Holz gilt auf Grund seiner porösen Struktur als zumindest erschwert zu reinigen und zu desinfizieren. Aber auch die Wasseraufnahme und das Quellungsvermögen von Holz werden in manchen Bereichen, so z.B. im Bäderbereich, als Nachteil gegenüber Kunststoff angesehen. Studien, welche diese Bedenken untermauern bzw. welche die Rahmenbedingungen beschreiben, innerhalb derer eine Verwendung von Holz bei Einhaltung der hygienischen Erfordernisse möglich ist, sind aber nicht vorhanden.

Im Bäderbereich findet unbehandeltes Holz nur im Bereich von Sauna- und Warmluftkabinen Anwendung: *„Außerhalb von Saunakabinen und Warmluftbädern bestehende Sitz- und Liegegelegenheiten aus Holz sind glatt zu schleifen, porendicht zu versiegeln und in diesem Zustand zu halten“* (§ 39 der Bäderhygieneverordnung - BHygV, BGBl. 420/2001).

Ohne auf Materialien im Detail einzugehen wird in der BHygV wiederholt die Verwendung von Materialien gefordert, die leicht zu reinigen und zu desinfizieren sind. Holzwannen werden in der BHygV nicht explizit erwähnt, ebenso wie der Werkstoff Holz auch in der ÖNORM EN 14516 (Badewannen für den Hausgebrauch) nicht explizit angeführt wird, weder als erlaubter noch als verbotener Werkstoff. Bewertet man aber den Werkstoff Holz auf Basis der Anforderungen in den zitierten Regelwerken (BHygV, ÖNORM), so ergeben sich daraus keine Anwendungsmöglichkeiten für unbehandeltes Holz als Werkstoff für Badewannen und ähnlichen Einrichtungen im Bäderbereich.

Um die hygienische Anforderung einer porendichten und leicht zu reinigenden Oberfläche (Reinigbarkeit gem. ON 14516) zumindest der mit Wasser in Kontakt befindlichen Bereiche von Holzbadewannen und ähnlichen Einrichtungen zu erreichen, sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Vorausgesetzt wird, dass nur geeignete Hölzer mit geringem Quellungsvermögen wie z.B. Lärche und Kambala verwendet und die Oberflächen innenseitig glatt geschliffen werden. Weiters wird von den Herstellern wiederholt darauf hingewiesen, dass bei Bottichen und Verwendung von Bandstahlreifen diese nachspannbar sein müssen, um Quell- und Schwindbewegungen auszugleichen und in weiterer Folge Undichtheiten zu verhindern. Bei der erforderlichen Oberflächenversiegelung sind physikalische und chemische Anforderungen wie Temperaturbeständigkeit, Elastizität, eine gewisse Scheuerfestigkeit und Chemikalienbeständigkeit zu berücksichtigen. Weiters müssen die eingesetzten Produkte physiologisch unbedenklich sein.

In Ermangelung von gesetzlichen Bestimmungen, Regelwerken und Empfehlungen, die explizit auf den Werkstoff Holz für die Herstellung von Badewannen eingehen, ist eine Auflistung aller Hölzer, Bearbeitungs- und Behandlungsmethoden, welche den oben angeführten Anforderungen entsprechen, nicht möglich.

Die Befragung namhafter Hersteller von Holzbadewannen in Österreich und Deutschland hat aber ergeben, dass zumindest zwei unterschiedliche Behandlungsverfahren in Anwendung sind, für welche entsprechende Erfahrungswerte vorhanden und die eingesetzten Verfahren auch fachlich nachvollziehbar sind:

- a) Oberflächenbehandlung mit einem 2-Komponenten Epoxidharzlack. Dieser Werkstoff wird im Bäderbereich eingesetzt und von den befragten Herstellern hinsichtlich der Reinigbarkeit (Dekontaminierbarkeit) Sanitäracryl gleichgestellt. Als Nachteil wird der Verlust der fühlbaren Holzstruktur angegeben.

- b) Oberflächenbehandlung mit Hartölen/Hartwachsölen und Ölen. Eine Porendichtheit und Wasserundurchlässigkeit, wie sie durch Epoxidharzlacke erreicht wird, ist dabei nicht gegeben und auch die Beständigkeit ist nicht vergleichbar, sodass eine zumindest jährliche Nachbehandlung bei Hartwachsölen bis zu einer Nachbehandlung nach jedem Bad bei Ölen erforderlich ist. Die Flächen behalten aber ihre Holzstruktur und sind noch leicht zu reinigen, wobei aber unbedingt die Angaben der Hersteller zu berücksichtigen sind. Bei geölten Wannen ist auch ein Trockenwischen der Flächen erforderlich.

Im Rahmen der gegenständlichen wissenschaftlichen Studie wurde auf Basis oben beschriebenen Sachverhaltes die hygienische Eignung des Werkstoffes Holz für den Einsatz im Sanitärbereich geprüft. Es werden die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen geprüft und beurteilt, unter denen eine hygienisch einwandfreie Nutzung von Holzbadewannen und vergleichbarer Produkte möglich ist.

Aus den obigen Ausführungen basierend auf Literaturberichten und den Angaben von Herstellern aus Österreich und Deutschland ergeben sich nachstehende Schwerpunkte der Studie:

- Vergleich unterschiedlicher Holzarten und unterschiedlicher Oberflächenbehandlungsverfahren hinsichtlich Reinigbarkeit und Desinfizierbarkeit
- Erarbeitung von Hygieneplänen aus den Untersuchungsergebnissen (Pflege, Wartung, Reinigung, Desinfektion)
- Erarbeitung von Qualitätssicherungs- und Kontrollverfahren für Eigenkontrolle und behördliche Kontrolle

2 STUDIE

2.1 Methodik

Um eine Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Analysenergebnisse zu gewährleisten wurde die Studie unter standardisierten Versuchsbedingungen im Labor durchgeführt. Im Wesentlichen wurde das Verhalten von Testorganismen (kultivierbare Bakterien und kultivierbare Pilze) bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen beobachtet und ausgewertet.

Die Testung erfolgte in Anlehnung an die Standardmethoden der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM 2001) zur Prüfung chemischer Desinfektionsverfahren. Als Testoberflächen dienten drei verschiedene Hölzer (Schliffgrad 90°, Körnung 120) mit den Abmessungen 4 x 4 cm:

1. Lärche (L),
2. Western Red Cedar (WRC),
3. Kambala / Iroko (IRO)

Die drei verschiedenen Hölzer wurden mit jeweils unterschiedlicher Oberflächenbehandlung untersucht:

1. Epoxidharzlack,
2. Hartwachsöl (OSMO Color),
3. Öl (Le Tonkinois) und
4. unbehandelt.

Als Kontrollen dienten

1. Badewannenacryl (Fa. Polypex) und
2. Fliesen (Villeroy und Boch) jeweils in der gleichen Größe wie die untersuchten Holzproben.

Als Testmikroorganismen (TMO) wurden *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 und *Candida albicans* ATCC 10231 eingesetzt.

2.1.1 Rückgewinnung der Testmikroorganismen (TMO)

Für den Nachweis der Richtigkeit der Methode wurden die TMO ohne organische Belastung in entsprechender Konzentration auf die Holzoberflächen aufgebracht und mit dem Spatel unter der Laminar Flow verteilt. Die aufgebrachte Bakteriensuspension wurde bis zur optischen Trockenheit unter der Laminar Flow belassen. Danach wurden die Holzklötzchen mit der behandelten Seite nach unten im Schüttelbecher mit CSL (10mL) und Glasperlen (2,85 – 3,3 mm) für 2 Minuten auf dem Schüttler (250 rpm) geschüttelt. Nach weiteren 3 Minuten Standzeit wurden aus den so gewonnenen Suspensionen Proben auf Agarplatten ausgebracht (1 x 0,5mL unverdünnt, sowie 2×10^{-1} und 1×10^{-2} Verdünnung), bei 37°C 24 Stunden inkubiert und ausgewertet. Im Anschluss daran wurden die Holzklötzchen zusätzlich viermal hintereinander auf CSA Platten überstempelt um noch anhaftende TMO zu detektieren.

Der Hintergrund einer eventuellen Keimbelastung vor der Kontamination wurde durch je eine parallele Kontrolle pro Ansatz ohne Beaufschlagung mit TMO, aber mit gleichem Procedere, ermittelt.

2.1.2 Reinigung/Dekontamination

Die Holzklötzchen wurden nach erfolgter Kontamination und der optischen Trockenheit mit Reinigungsmittel behandelt.

Dazu wurden 200µL Reinigungsmittel (OSMO Wischfix) auf die Fläche aufgebracht und anschließend 15 Sekunden mit dem Schwamm (desinfizierte Wischschwämme 2,2 x 2,3 cm) mechanisch gereinigt. Im Anschluss wurden die Klötzchen mit 2 mal 5 mL Neutralisationsmedium abgespült (zur Entkopplung von TMO und Reinigungsmittel). Die Holzklötzchen wurden, wie bei der Rückgewinnung der TMO beschrieben, behandelt und ausplattiert. Die gewonnene Spülflüssigkeit wurde in gleicher Weise ausplattiert. Zusätzlich wurden die Holzklötzchen auf 4 Agarplatten überstempelt um die Anzahl der noch adhärenen TMO zu erfassen. Alle Ansätze wurden doppelt ausgeführt (siehe auch Abbildungen im Anhang).

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Rückgewinnung/Wiederfindung

Zur Standardisierung der Methode wurden die Oberflächen mit den Testmikroorganismen (TMO) beaufschlagt und diese ohne Reinigungsprozedur wieder gewonnen. Alle TMO zeigten ein ähnliches Verhalten bei der Rückgewinnung. Für *S. aureus* sind die Ergebnisse der Wiederfindung in Tabelle 1 dargestellt. Die Rückgewinnungsraten für *C. albicans* und *P. aeruginosa* waren ähnlich jener von *S. aureus*. Auf Grund der hohen Rückgewinnungsraten und guten Reproduzierbarkeit kann die Methode als geeignet bezeichnet werden.

Tab.1 Rückgewinnungsrate in % für *S. aureus*. Die auf die Fläche aufgetragenen TMO wurden als 100 % angenommen.

	Kambala / Iroko (IRO)	Western Red Cedar (WRC)	Lärche (L)	Fliese	Acryl
Natur	101	98	99	103	101
Epoxidharz	102	103	102		
Le Tonkinois	104	104	104		
Hartwachs	104	105	102		

2.2.2 Reinigung / Dekontamination

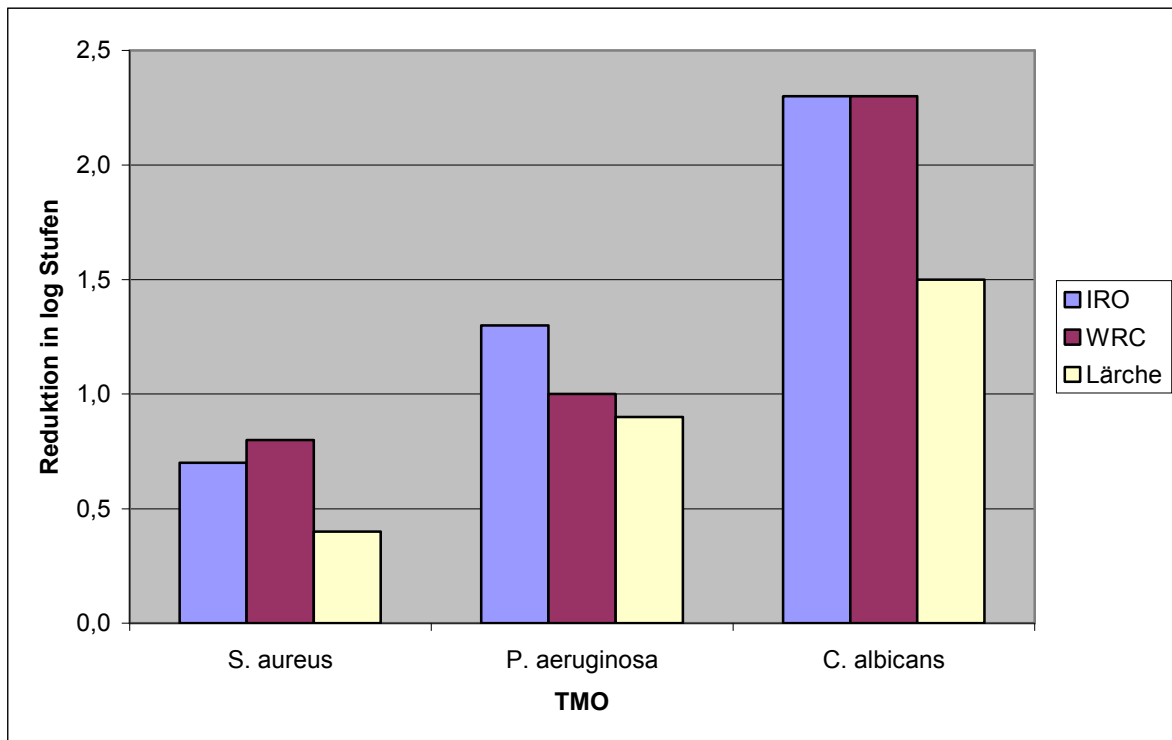
Da die Ergebnisse durch die unterschiedlichen Hölzer, Behandlungsverfahren und Testmikroorganismen (TMO) und der Vergleich zu Fliese und Acryl sehr komplex sind, werden die entsprechenden Ergebnisse in der Folge getrennt beschrieben und dargestellt.

2.2.2.1 Vergleich der unbehandelten Hölzer

Hinsichtlich der Dekontaminationsraten der TMO liegt die unbehandelte Lärche (L) im Vergleich mit den beiden anderen Hölzern (WRC, IRO) zwischen 0,3log Stufen (*S. aureus*) und 0,8log Stufen (*C. albicans*) zurück.

Auch die TMO zeigten ein deutlich unterschiedliches Verhalten im Bezug auf die Dekontamination. Die Reduktionsraten von *S. aureus* auf den unbehandelten Oberflächen betragen 0,4 - 0,8 Log-Stufen, für *P. aeruginosa* 0,9 – 1,2 Log-Stufen und für *C. albicans* 1,5 – 2,3 Log-Stufen (Abbildung 1).

Abb.1 Reduktion der TMO auf den unbehandelten Holzarten



2.2.2.2 Vergleich der behandelten Hölzer

Die Reduktion von S. aureus von den behandelten Oberflächen lieferte unabhängig von der Holzart ein sehr homogenes Ergebnis. Die Reduktionsraten zwischen 1,6 bis 2,1 Log-Stufen liegen im Bereich von Fliese (1,7 Log-Stufen) und Acryl (2,2 Log-Stufen) (Abbildung 2a).

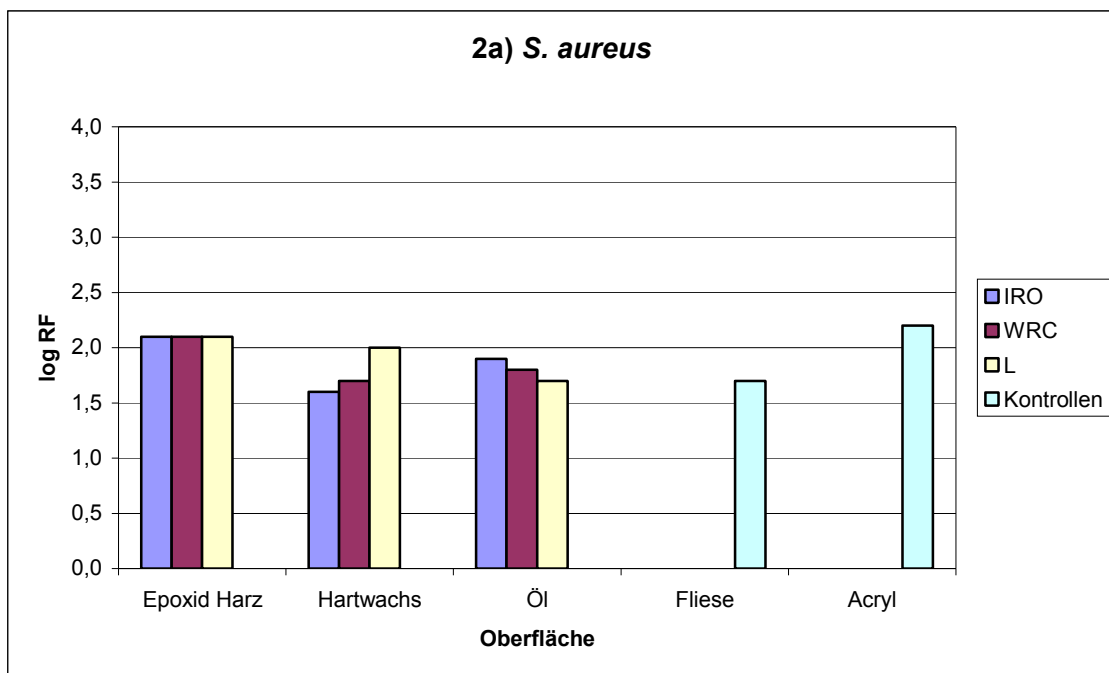
Auch bei P. aeruginosa sind die Reduktionsraten der TMO von den Hölzern mit den Kontrollen vergleichbar. Die Streuung ist aber im Vergleich mit S. aureus größer (1,3 – 2,8 Log-Stufen). Die Lärche fällt deutlich hinter IRO zurück und WRC zeigt abnehmende Reduktionsraten ausgehend von Epoxidharzlack über Hartwachs zu Öl (Abbildung 2b).

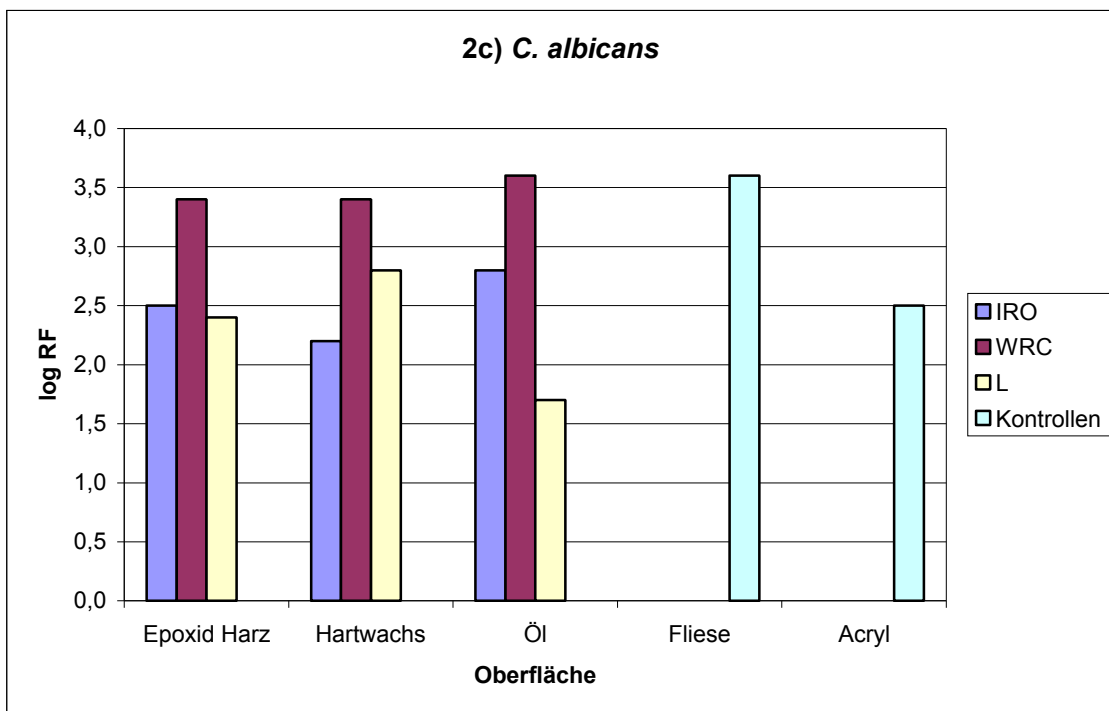
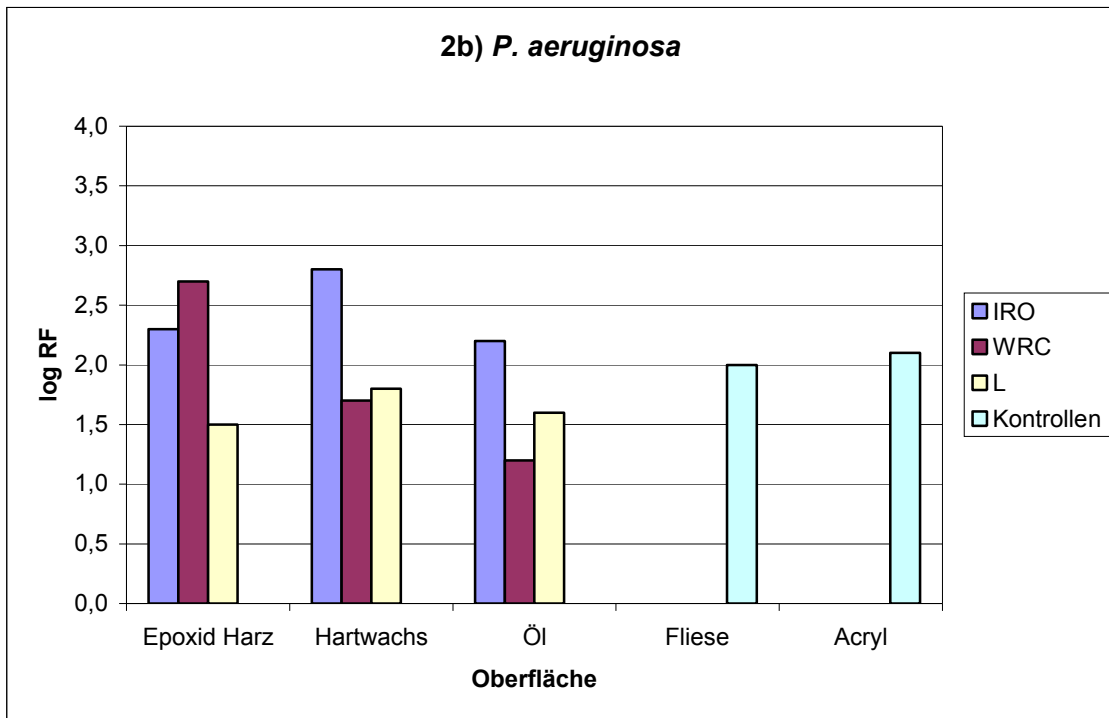
Für C. albicans wurden mit 1,7 – 3,6 Log-Stufen die deutlichsten Reduktionsraten ermittelt. Die erreichten Reduktionsraten sind mit den Kontrollen vergleichbar, zeigten aber ebenfalls eine deutliche Streuung. Bei der geölten

Oberfläche fällt die Lärche eine Log-Stufe hinter IRO zurück. WRC zeigt hier eine durchgehend sehr hohe Reduktionsrate (3,4 – 3,6 Log-Stufen, Abbildung 2c).

Die beiden Standardoberflächen im Sanitär- und Nassbereich zeigen eine mit den behandelten Hölzern vergleichbare Reduktion der TMO nach der Reinigung. Auch hier zeigen *S. aureus* (1,7 - 2,4 log Stufen) und *P. aeruginosa* (2,2 – 2,4 Log-Stufen) vergleichbare Reduktionsraten, *C. albicans* eine vergleichsweise höhere Reduktion von 3,3 – 3,8 Log-Stufen.

Abb. 2 Reduktion der TMO auf den unterschiedlichen Holzarten und unterschiedlichen Behandlungsverfahren.

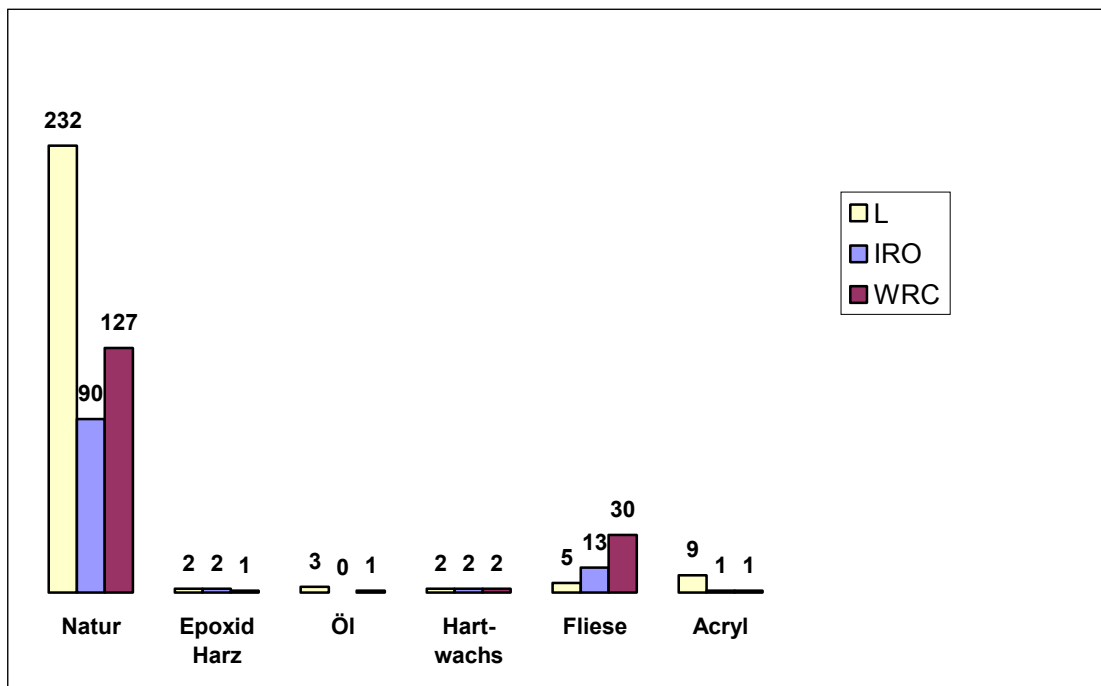




2.2.2.3 Abklatschkulturen (Kontaktverfahren) der gereinigten Holzoberflächen

Die Oberflächen der Holzwürfel wurden nach erfolgter Reinigung und Rückgewinnung der TMO noch vier mal hintereinander auf CSA-Platten überstempelt und die dort gefundenen TMO addiert. Alle behandelten Holzoberflächen, sowie Acryl und Fliese wiesen eine sehr geringe Anzahl an TMO auf den Abklatschkulturen auf. Lediglich die unbehandelten Hölzer zeigten nach erfolgter Dekontamination noch eine vergleichsweise große Anzahl von TMO auf ihren Oberflächen, was mit den Ergebnissen der Rückgewinnungsversuche (Abb. 1 und 2) übereinstimmt. In Abbildung 3 sind die nach der Dekontamination durch Abklatschkulturen nachweisbaren Kolonien für *S. aureus* dargestellt. Vergleichbare Ergebnisse ergaben sich auch mit *P. aeruginosa* und *C. albicans*.

Abb. 3 Verbleibende Koloniezahlen für *S. aureus* auf der Oberfläche nach der Reinigung und Nachweis durch Abklatschkulturen.



2.3 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

- ✓ Ein Vergleich der unbehandelten Hölzer zeigt, dass die Lärche im Vergleich zu den beiden anderen Hölzern (Kambala/Iroko Wood, Western Red Cedar) hinsichtlich der Dekontaminationsrate deutlich zurück bleibt.
- ✓ Auch die Testmikroorganismen zeigten ein deutlich unterschiedliches Verhalten im Bezug auf die Dekontamination. *S. aureus* hatte die geringste, *C. albicans* die höchste Dekontaminationsrate unter den Testmikroorganismen.
- ✓ Die oberflächenbehandelten Hölzer zeigten gegenüber den unbehandelten Hölzern signifikant bessere Dekontaminationsraten. Die schlechtere Dekontaminationsrate, wie sie bei den unbehandelten Hölzern für die Lärche beobachtet werden konnte, war bei den oberflächenbehandelten Hölzern nicht mehr gegeben. Dieser Materialnachteil konnte durch die Oberflächenbehandlung offensichtlich beseitigt werden.
- ✓ Zwischen den Behandlungsarten, Epoxidharzlack, Hartwachs und Öl, konnten keine signifikanten Unterschiede bzw. Trends festgestellt werden.
- ✓ Die Dekontaminationsraten der behandelten Hölzer war mit jener der Kontrollmaterialien Acryl und Fliese vergleichbar.
- ✓ Eine mögliche Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch eine eventuelle antimikrobielle Wirkung der Hölzer oder deren Oberflächenbeschichtungen kann auf Grund der Rückgewinnungsversuche mit einer sehr guten Wiederfindung ausgeschlossen werden.

Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, das Holz als Werkstoff im Sanitärbereich grundsätzlich aus Sicht der Hygiene als geeignet bezeichnet werden kann.

Voraussetzung dafür ist eine entsprechende Behandlung der Oberfläche. **Unbehandeltes Holz**, auch wenn es fein geschliffen ist, muss auf Grund der Untersuchungsergebnisse für den Einsatz im **Sanitärbereich aus hygienischer Sicht als nicht geeignet** bezeichnet werden.

Als weitere Einschränkung bzw. Bedingung für den Einsatz von Holz im Sanitärbereich ist zu berücksichtigen, dass die in der Studie eingesetzten Hölzer neu geschliffen und oberflächenbehandelt waren. Mechanische und chemische Beanspruchung kann die festgestellten Eigenschaften beeinflussen. Es ist daher dafür Sorge zu tragen, dass im praktischen Betrieb die erforderliche Pflege und Wartung durchgeführt werden (siehe dazu Punkte 3 und 4).

3 WARTUNG UND PFLEGE

3.1 Hygieneplan

Für die notwendige Wartung und Pflege sind Hygienepläne zu erstellen. Diesen Hygieneplänen sollen nachstehende Informationen zu entnehmen sein:

- Datum der Inbetriebnahme
- Holzart und Oberflächenbehandlung
- Wartungs- und Pflegemaßnahmen gemäß Herstellerangaben
- Durchzuführende Wartungsarbeiten
 - *z.B. (Art und Frequenz: Schleifen mit Korngröße xy zumindest 1 x jährlich; nachspannen der Ringe mindestens 1 x jährlich bzw. nach Bedarf; Oberflächenbehandlung mindestens 1 x jährlich mit Hartwachs oder anderen vom Hersteller empfohlenen Mitteln)*
- Durchzuführende Pflegemaßnahmen:
 - *z.B. Reinigung vor jedem Badegast mit (ev. vom Hersteller empfohlenen) Reinigungsmitteln; Trockenwischen nach der Reinigung*

4 QUALITÄTSSICHERUNGS- UND KONTROLLVERFAHREN FÜR EIGENKONTROLLE UND BEHÖRDLICHE KONTROLLE

4.1 Betriebstagebuch

Die gemäß Hygieneplan durchzuführenden Wartungs- und Pflegemaßnahmen sind in einem Betriebstagebuch aufzuzeichnen und 3 Jahre ab der letzten Aufzeichnung aufzubewahren und sollen nachstehende Aufzeichnungen enthalten. Das Betriebstagebuch dient einerseits zur innerbetrieblichen Qualitätssicherung und kann andererseits auch von der Behörde eingesehen werden:

- Datum

- Durchgeführte Wartungsmaßnahmen (Art, Person)
 - *z.B. Geschliffen mit Korngröße XY und Ringe nachgespannt durch Herstellerfirma lt. beiliegendem Lieferschein*

- Durchgeführte Pflegemaßnahmen (Art, Person)
 - *z.B. Reinigungsmaßnahme gem. Hygieneplan mit Uhrzeit und Person*

- Besucherfrequenz: Anzahl der Badegäste pro Tag

4.2 Bakteriologische Abklatschkulturen

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Reinigungsmaßnahmen können bakteriologische Abklatschkulturen entnommen werden. Die Auswahl der Nährmedien als auch die Inkubationstemperaturen sind so zu wählen, dass zumindest eine Aussage über die bakterielle Gesamtbelastung (kolonienbildende Einheiten bei 37°C) und die Kontamination mit bakteriellen Fäkalindikatoren (*Escherichia coli*) und *Pseudomonas aeruginosa* getroffen werden kann.

Bakteriologische Abklatschkulturen können einerseits für die innerbetriebliche Kontrolle und andererseits auch für die behördliche Kontrolle herangezogen werden. Für die behördliche Kontrolle ist ein autorisiertes Institut für die Probenahmen und Analysen zu beauftragen.

Graz, 17.11. 2009

Univ.Prof. Mag. Dr.
Franz F. Reinthaler (eh)

Univ.Prof. Mag. Dr.
Franz Mascher (eh)

5 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der gegenständlichen wissenschaftlichen Studie wurde die hygienische Eignung des Werkstoffes Holz für den Einsatz im Sanitärbereich geprüft. Es wurden die Voraussetzungen und Rahmenbedingungen geprüft und beurteilt, unter denen eine hygienisch einwandfreie Nutzung von Holzbadewannen und vergleichbarer Produkte möglich ist.

Im Wesentlichen wurde das Verhalten von Testorganismen (kultivierbare Bakterien und kultivierbare Pilze) auf unterschiedlichen Holzarten (Lärche, Western Red Cedar und Kambala/Iroko) bei unterschiedlichen Oberflächenbehandlungen (Epoxidharzlack, Hartwachsöl, Öl und unbehandelt) beobachtet und ausgewertet.

- ✓ *Die oberflächenbehandelten Hölzer zeigten gegenüber den unbehandelten Hölzern signifikant bessere Dekontaminationsraten.*
- ✓ *Die Dekontaminationsraten der behandelten Hölzer waren mit jener der Kontrollmaterialien Acryl und Fliese vergleichbar.*
- ✓ *Zwischen den Behandlungsarten, Epoxidharzlack, Hartwachs und Öl, konnten keine signifikanten Unterschiede bzw. Trends festgestellt werden.*

Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, das Holz als Werkstoff im Sanitärbereich grundsätzlich aus Sicht der Hygiene als geeignet bezeichnet werden kann.

Voraussetzung dafür ist aber eine entsprechende **Behandlung der Oberfläche** und die Einhaltung der für die jeweilige Oberflächenbehandlung notwendigen Reinigungs- und Wartungsmaßnahmen.

Für die notwendige Wartung und Pflege sind **Hygienepläne** zu erstellen.

Die gemäß Hygieneplan durchgeführten Wartungs- und Pflegemaßnahmen sind in einem **Betriebstagebuch** aufzuzeichnen und 3 Jahre ab der letzten Aufzeichnung aufzubewahren.

6 VERWENDETE LITERATUR

- Ak NO, Cliver DO, Kaspar CW (1994a) Cutting boards of plastic and wood contaminated experimentally with bacteria. *J Fd Prot* 57:16–22.
- Ak NO, Cliver DO, Kaspar CW (1994b) Decontamination of plastic and wooden cutting boards for kitchen use. *J Fd Prot* 57:23–30.
- Bayer, O. (1987) Polyphenole im Rindenbereich der Süßkirsche. Diss. TU Braunschweig.
- BHygV - Bäderhygieneverordnung: Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales über Hygiene in Bädern, Sauna-Anlagen, Warmluft- und Dampfbädern sowie Kleinbädeteichen und die an Badestellen zu stellenden Anforderungen. BGBl. 420, 1998; 3147-3170.
- Borneff J, Hassinger R, Wittig J, Edenharder R (1988a) Untersuchungen zur Keimverbreitung in Haushaltsküchen. I. Problemstellung, Versuche, Ergebnisse. *Zbl Bakt Hyg B* 186:1–29.
- Borneff J, Hassinger R, Wittig J, Edenharder R (1988b) Untersuchungen zur Keimverbreitung in Haushaltsküchen. II. Mitteilung: Beurteilung der Resultate und hygienische Schlussfolgerungen. *Zbl Bakt Hyg B* 186:30–44.
- Cowan, M.M. (1999) Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12, 564-582.
- Laks, P.E. and P.A. McKaig (1988) Flavonoid biocides: wood preservatives based on condensed tannins. *Holzforschung* 42 (5), 299–306.
- ÖNORM EN 14516: Badewannen für den Hausgebrauch, 2006.
- Rauha, J.-P., S. Remes, M. Heinonen, A. Hopia, M. Kähkönen, T. Kujala, K. Pihlaja, H. Vuorela and P. Vuorela (2000) Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Intern. J. Food Microbiol.* 56, 3-12.
- Rödel W, Hechelmann H, Dresel J (1994) Hygieneaspekte zu Schneidunterlagen aus Holz und Kunststoff. *Fleischwirtsch* 74:814–821.
- Schönwälder A, Kehr R, Wulf A, Smalla K: Wooden boards affecting the survival of bacteria? *Holz als Roh und Werkstoff* 2002; 60: 249–257.
- Schönwälder A: Hygienische Aspekte bei Holz und Holzprodukten. *AFZ – Der Wald* 1999; 15: 789.
- Standardmethoden der DGHM zur Prüfung chemischer Desinfektionsverfahren. (Stand 1. 09. 2001).

7 ANHANG: ABBILDUNGEN ZUR VERSUCHSANORDNUNG

