



Hygienestandards erweitern!

Antimikrobielle Wirksamkeit von Kupfer als Beitrag zur Infektionsprävention



Inhaltsverzeichnis

Herausgeber:
Deutsches Kupferinstitut e. V.
Düsseldorf

Konzeption und Text:
Dr. Klaus Ockenfeld
Nina Passoth
Birgit Schmitz

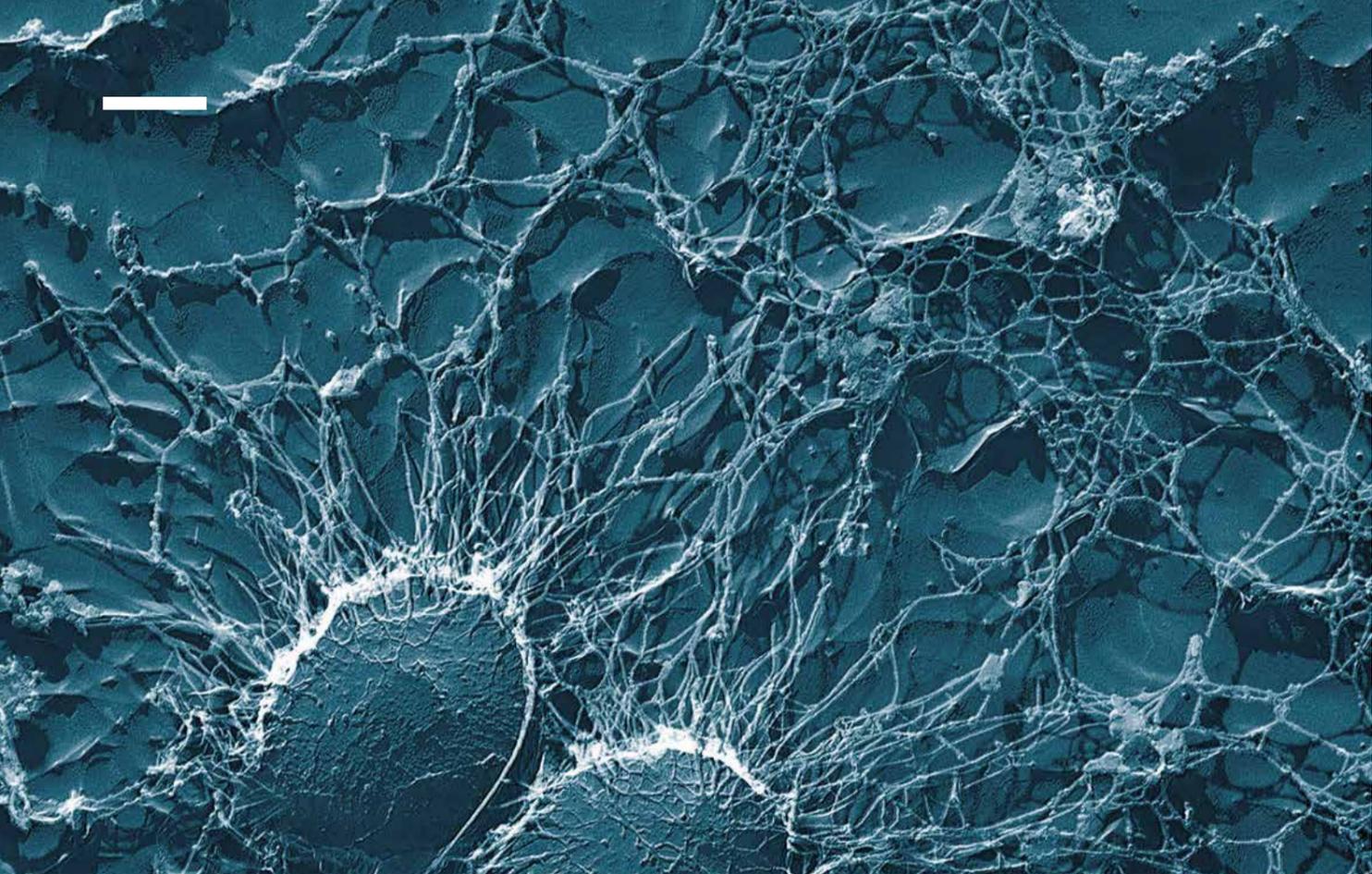
Layout und Umsetzung:
dws Werbeagentur GmbH
Duisburg

Druck:
druckpartner
Druck- und Medienhaus GmbH
Essen

3. aktualisierte Auflage, 2013 (Nachdruck 10/2014)

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks und der fotomechanischen oder elektronischen Wiedergabe, vorbehalten.

1.	Weltweites Ziel: Ausbreitung von Krankenhausinfektionen stoppen	4
2.	Nosokomiale Infektionen: ein medizinisches, soziales und ökonomisches Problem	5
3.	Zunahme resistenter Keime: Anforderungen an ein erweitertes Hygienekonzept	7
4.	Forschungsfokus: antimikrobielle Wirksamkeit von Kupfer	10
5.	Vom Labor in die Praxis: klinische Studien und Versuchsreihen	15
6.	Intensivstationen profitieren: deutliche Senkung der Keimbelastung und Infektionsrate	18
7.	Antimicrobial Copper: eine globale Marke steht für Sicherheit und Qualität	20
8.	Keine Kostenfrage: Umrüstung auf Kupferbauteile macht sich doppelt bezahlt	21
9.	Antimikrobielle Kupferausstattung: weltweit im Einsatz zur Infektionsprävention	23
10.	Deutsche Gesundheitseinrichtungen rüsten um	25
11.	Kupferwerkstoffe: wirksam, attraktiv und gut zu bearbeiten	27
12.	Gute Gründe: Einsatz von Kupfer als Hygienebaustein	27
13.	Breiter Nutzen: Keimübertragung im öffentlichen Raum stoppen	29
14.	Quellenverzeichnis	31



Infektionsraten können reduziert werden

Massive Kupferwerkstoffe tragen als zusätzlicher Baustein der Standardhygienemaßnahmen dazu bei, pathogene Keime zu minimieren und nosokomiale Infektionen zu verhindern.

1. Weltweites Ziel: Ausbreitung von Krankenhausinfektionen stoppen

Krankenhausinfektionen steigen weltweit seit Jahren an – eine Kehrtwende scheint kurzfristig nicht in Sicht! Die für Deutschland genannten und maßgeblich durch das Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) erhobenen Prävalenzzahlen von jährlich ca. 400.000 bis 600.000 nosokomialen Infektionen (NI) und damit assoziierte 10.000 bis 15.000 Todesfälle, stellen eher noch eine Unterschätzung der realen Daten dar. Da KISS im Wesentlichen nur Device-assoziierte Infektionsraten bei gleichzeitig positivem Erregernachweis erfasst, geht die Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) in ihrer Stellungnahme zu Prävalenz, Letalität und Präventionspotenzial nosokomialer Infektionen von einer ihr realistisch erscheinenden Gesamtzahl von ca. 1 Mio. Erkrankungen pro Jahr in der Bundesrepublik Deutschland aus [1].

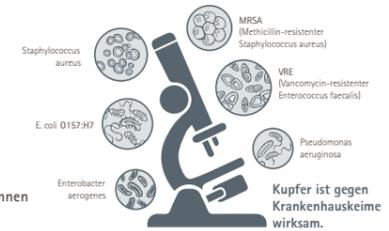
Experten schätzen, dass etwa 30 % der Krankenhausinfektionen vermeidbar sind. Ein multidimensionaler Ansatz im Hygienekonzept kann hierzu einen wichtigen Lösungsschritt bieten. Voraussetzung aber ist, die interdisziplinäre Zusammenarbeit in hygiene relevanten Fragen – sachorientiert und ergebnisoffen.

Eine Option im Kampf gegen die Ausbreitung pathogener Keime ist der Einsatz eines dauerhaft wirksamen antimikrobiellen Materials für häufig berührte Kontaktflächen. Massives Kupfer sowie einige seiner Legierungen erreichen eine Inaktivierung von Krankheitserregern innerhalb kurzer Zeit. So kann der Einsatz von Tür- und Fensterbeschlägen, Lichtschaltern und Handläufen aus Kupfermaterialien einen wertvollen Beitrag zur Infektionsprävention leisten.

Unabhängige internationale Studien in Labor und Klinik haben die Wirksamkeit von antimikrobiellem Kupfer bestätigt, das aufgrund seines unspezifischen Mechanismus eine Vielzahl von Bakterien, Viren und Sporen inaktiviert.

Antimikrobielle Kupferoberflächen erhöhen die Patientensicherheit

Tödlich verlaufende Krankenhausinfektionen sind weltweit eine große Bedrohung, denn Antibiotika-resistente Keime nehmen weiter zu. Die Einhaltung von Standardhygienemaßnahmen ist deshalb besonders wichtig, aber nicht ausreichend: Antimikrobielle Kupferoberflächen können die Infektionsprävention wirksam unterstützen.



DAS PROBLEM: PATIENTEN VERSTERBEN

In europäischen Kliniken erkrankt jeder 14. Patient an einer Infektion.²



Jährlich versterben 37.000 Patienten an ihrer Infektion. Weitere 110.000 Todesfälle werden durch Folgeerkrankungen verursacht.²

Das sind 4 Millionen Menschen pro Jahr.¹



DIE REALITÄT: GEGEN INFESTIONEN KÖNNTE MEHR GETAN WERDEN

Wussten Sie, dass 80 % der Infektionen durch Handkontakt übertragen werden?³



Und weniger als 40 % der Mitarbeiter im Gesundheitswesen die Händehygiene korrekt befolgen?⁴



DIE WISSENSCHAFT: ANTIMIKROBIELLE KUPFEROBERFLÄCHEN ERHÖHEN DIE PATIENTENSICHERHEIT!



Im Unterschied zum Desinfizieren und Waschen der Hände, bewirken die antimikrobiellen Eigenschaften von Kupfer eine Reduktion von über 90 % der Krankenhauskeime.⁵

Der Nachweis ist erbracht: antimikrobielle Kupferoberflächen reduzieren nosokomiale Infektionen auf Intensivstationen um 58 %⁶. Da mehr als 6 Millionen Patienten jährlich auf Intensivstationen behandelt werden^{7,8}, könnten mit dem Einsatz antimikrobieller Kupferwerkstoffe hunderttausende Infektionen verhindert und zehntausende Menschenleben gerettet werden.

58%

DIE POSITIVEN AUSWIRKUNGEN KÖNNTEN AUSSERHALB VON INTENSIVSTATIONEN SOGAR NOCH GRÖßER SEIN.

2. Nosokomiale Infektionen: ein medizinisches, soziales und ökonomisches Problem

Die Medizin ist in den letzten Jahrzehnten immer höher technisiert. Operative Möglichkeiten wie auch medizintechnische Innovationen bieten ein rasch wachsendes Diagnose- und Therapiespektrum – für eine immer größer werdende Zahl an Patienten, hierunter auch Risikogruppen wie extrem Frühgeborene und multimorbide alte Menschen.

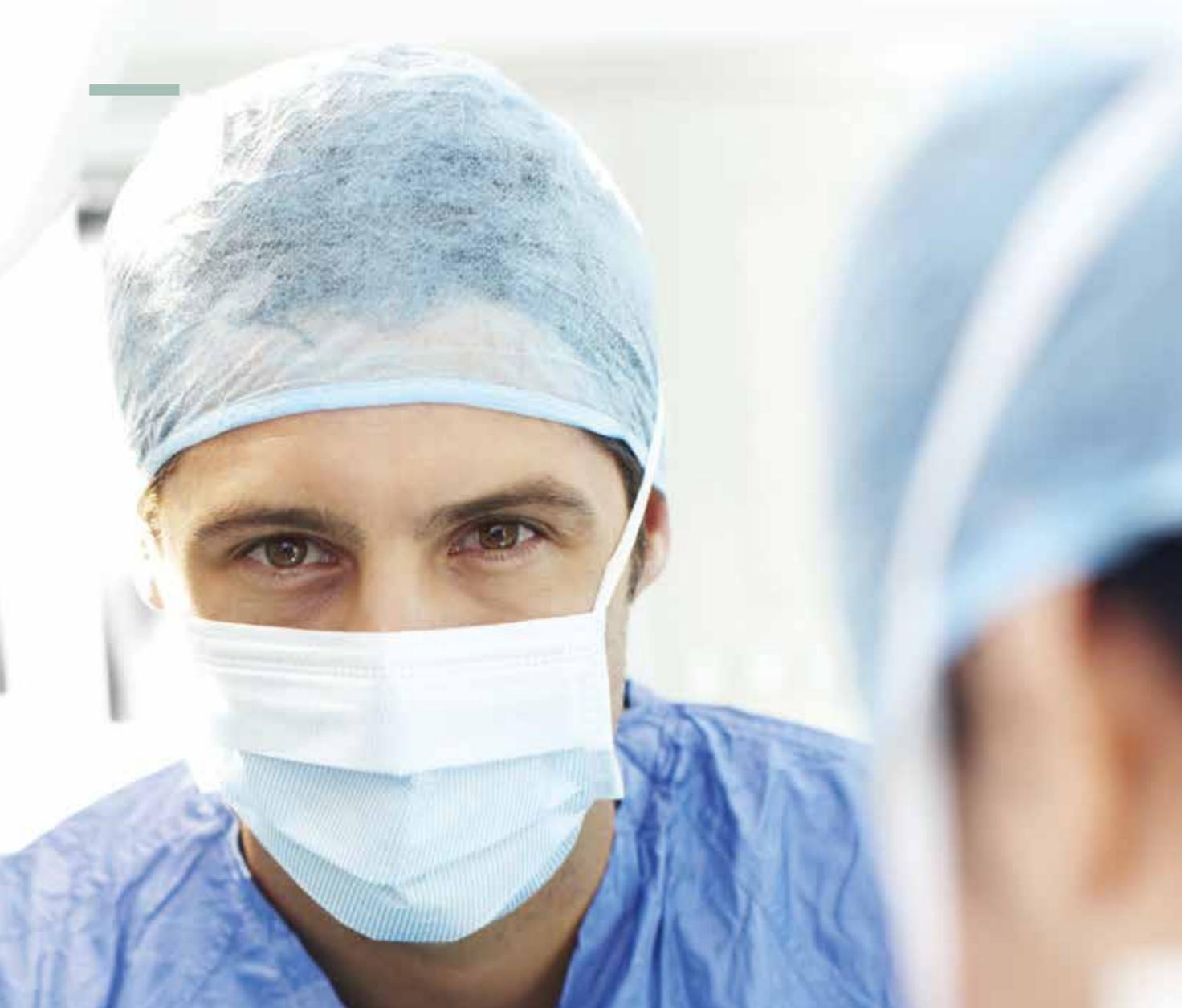
Nosokomiale Infektionen und die Zunahme Antibiotika-resistenter Erreger stellen inzwischen eine Gefahr für die medizinische Spitzenversorgung dar. Während immer weniger antimikrobielle Substanzen zugelassen werden, ist der deutliche Anstieg von Antibiotika-Resistenzen zum manifesten Risiko für die öffentliche Gesundheit geworden. Dabei wird immer deutlicher, dass das Warten auf neu entwickelte Antibiotika keine realistische Option mehr ist. Heute sind etwa 70 % aller Bakterien, die Infektionen in Krankenhäusern verursachen, gegen mindestens ein Antibiotikum resistent [9]. Diese Konstellation erfordert die Neubewertung und Anpassung relevanter Maßnahmen für Patientenbehandlung und Hygiene.

Mit der Problematik resistenter Keime steigt jedoch nicht nur die Herausforderung an die medizinische Versorgung der Bevölkerung,

sondern auch an die Pflegestrukturen selbst. Im Zusammenhang mit der weiterhin steigenden Lebenserwartung ist es erforderlich, die Anstrengungen in den Bereichen der gesundheitlichen Prävention und der Gesundheitsförderung zu verstärken, damit auch im höheren Alter ein Leben bei guter Gesundheit geführt werden kann. Dies gelingt umso besser, wenn der Prävention und der Gesundheitsförderung die gleiche Bedeutung beigemessen wird wie den kurativen Maßnahmen in der Krankenversorgung.

Im Ergebnis führt die aktuelle Situation zur weiteren Erhöhung des enormen Kostendrucks im Gesundheitswesen, den es durch vielfältige Gegenmaßnahmen abzufangen gilt: Der wirtschaftliche Schaden durch nosokomiale Infektionen beläuft sich allein in Europa auf rund 5,5 Milliarden Euro pro Jahr [10]; die aufwendigere Therapie kann die Behandlungskosten pro betroffenem Patienten um 30 bis 100 % ansteigen lassen.

Das Problem zunehmender Krankenhausinfektionen ist in den letzten Jahren sowohl aus medizinischer als auch aus finanzieller Sicht in den Mittelpunkt des Interesses gerückt: So beschäftigen sich nicht nur Hygieniker und Mediziner intensiv mit den Ursachen und Folgen, sondern auch Krankenhausplaner, Pflegedienste sowie Behörden und Fachverbände im gemeinsamen Dialog.



Klassische Hygienestrategien reichen künftig nicht mehr alleine aus, sondern müssen durch weitere Maßnahmen ergänzt werden. Auch die potenziellen Übertragungswege für nosokomiale Infektionen im patientennahen Umfeld müssen unter Kontrolle gehalten werden. Kupfer kann hierbei eine wichtige ergänzende Funktion haben.

3. Zunahme resistenter Keime: Anforderungen an ein erweitertes Hygienekonzept

Antibiotika-Gebrauch und Krankenhaushygiene sind die zentralen Einflussfaktoren für die Entstehung, Selektion und Ausbreitung resistenter Erreger. Die Erreger der sog. ESKAPE-Gruppe sind dabei weltweit dominierend. ESKAPE steht für E = Enterokokken mit Vancomycin-Resistenz (VRE), S = Staphylococcus aureus mit Resistenz gegen Methicillin (MRSA), K = Klebsiella pneumoniae mit Carbapenem-Resistenz (KPC und Andere), A = Acinetobacter baumannii-Komplex mit Multiresistenz einschließlich gegen Carbapeneme, P = Pseudomonas aeruginosa mit Multiresistenz einschließlich gegen Carbapeneme und E = Enterobacteriaceae mit Beta-Lactam-Resistenzen durch ESBL (Extended spectrum beta-lactamases). Das 2009 durch die amerikanische Infectious Diseases Society formulierte Akronym ESKAPE („Bad Bugs – No Drugs: No ESKAPE!“) kann auch ESK(C)APE gelesen werden, dann steht das C für Clostridium difficile, dem wichtigsten Erreger Antibiotika-assoziiierter Diarrhöen bzw. Colitiden. Seit 2009 hat sich die Tendenz weiter in Richtung Zunahme multiresistenter Gram-negativer Erreger verschoben. Immer offensichtlicher wird die Tatsache, dass im Gegensatz zu MRSA-Infektionen Therapie-Optionen gegen Gram-negative Erreger, insbesondere mit Carbapenem-Resistenz weitgehend fehlen. Die Zukunft lässt im Bereich der Therapie von Infektionen durch Gram-negative Erreger mit Multiresistenzen erhebliche Probleme erkennen. Ein exzessiver Carbapenem-Einsatz als Antwort auf eine zunehmende Ausbreitung ESBL-positiver (3MRGN) Erreger lässt befürchten, dass es zu einer weiteren Zunahme von Carbapenem-Resistenzen (4MRGN) kommt [11].

Übertragungswege

Nach der heute international üblichen Klassifikation lassen sich drei präventionsrelevante Übertragungswege unterscheiden:

die (direkte und indirekte) Kontaktübertragung durch Personen oder Gegenstände, die Tröpfchenübertragung (z. B. durch Husten, Niesen und Sprechen, aber auch medizinischen Maßnahmen wie der Bronchoskopie) sowie die aerogene Übertragung durch erregershaltige Schwebstoffe (z. B. feinste Staubpartikel).

Die Kontaktübertragung ist der am weitesten verbreitete Übertragungsweg nosokomialer Infektionen, wobei hierzu auch die Berührung trockener Oberflächen und unsichtbar kontaminierter Gegenstände zählt. Hierbei wird zwischen der direkten und indirekten Kontaktübertragung unterschieden.

Zur direkten Kontaktübertragung kommt es durch die Berührung zwischen zwei Personen. Dabei gilt die direkte Kontaktübertragung generell als risikoreicher als die indirekte Übertragung, bei der die Erreger durch zwischengeschaltete Gegenstände oder Personen übertragen werden. Dennoch ist die indirekte Kontaktübertragung der häufigste Weg zur Übertragung von Erregern wie MRSA; deshalb wird in der Unterbrechung indirekter Kontaktübertragungspfade ein ebenfalls wichtiger Baustein eines präventiven Gesamtkonzeptes gesehen. Üblicherweise erfolgt die Übertragung durch Kontamination eines Gegenstandes oder einer Person, eines so genannten „Übertragungsvehikels“, durch direkten Kontakt mit einer infizierten Person. Das „Übertragungsvehikel“ gibt nun seinerseits selbst den Erreger an eine Risiko-Person weiter. Dabei ist es durchaus möglich, dass an diesem Vorgang mehrere nacheinander geschaltete „Übertragungsvehikel“ beteiligt sind [12].

Zu den entscheidenden Risikofaktoren durch eine Besiedlung mit MRSA gehört auch eine aktuelle oder zurückliegende systemische Gabe von Antibiotika. Denn die Zusammensetzung der vorwiegend hochempfindlichen Normalflora des Körpers wird – als unbeab-

Übertragungswege nosokomialer Infektionen



4-Säulen-Strategie des Robert Koch-Instituts



sichtiger Nebeneffekt – durch Breitband-Antibiotika beträchtlich verändert; sie kann deshalb mit multi-resistenten Stämmen wie MRSA nicht mehr ausreichend konkurrieren. Dadurch bekommen die multi-resistenten, primär nur in geringer Keimzahl vorhandenen Stämme, die von Breitband-Antibiotika nicht gehemmt werden, einen Überlebensvorteil und können sich vermehren. Nicht zuletzt deshalb ist es wichtig, eine konsequente Standard-Hygiene in der Krankenpflege zu verfolgen.

Bisherige Präventionsmaßnahmen

So unterschiedlich wie die Prävalenz von MRSA zwischen einzelnen Ländern und die Verbreitung innerhalb dieser Länder ist, so unterschiedlich ist auch der Umgang mit MRSA. In den USA gibt es beispielsweise keine einheitliche Empfehlung, die landesweit umgesetzt wird. In Japan ist eine MRSA-Überwachung lediglich in großen Allgemein- und Universitätskliniken verpflichtend, jedoch nicht in kleinen oder mittleren Krankenhäusern. Einige Länder verfügen wiederum über Leitlinien, die dann auch landesweit umgesetzt werden, wie z. B. in Finnland und den Niederlanden. Für Großbritannien ist erstmals in 2008 eine Leitlinie der British Society for Antimicrobial Chemotherapy veröffentlicht worden, die jedoch keinerlei verpflichtenden Charakter hat. Als effektive Maßnahme zur Prävention der Übertragung nosokomialer Infektionen wie MRSA hat sich allerdings in den meisten Ländern die Etablierung so genannter Standardmaßnahmen bzw. der Standardhygiene bewährt, die vom medizinischen Personal bei jedem Patienten anzuwenden ist. Wichtigster Bestandteil dieser Maßnahmen ist dabei eine ausreichende Händedesinfektion.

Maßnahmen der Standardhygiene

- Händehygiene durch Händedesinfektion und Händewaschen
- Gebrauch von persönlicher Schutzausrüstung beim Umgang mit Blut und Körperflüssigkeiten
- Adäquate Handhabung von Pflegeutensilien und Bettwäsche
- Vermeidung von Verletzungen durch Kanülen oder andere spitze Gegenstände
- Reinigung der Patientenumgebung und gezielte Entfernung/Desinfektion einer Umgebungscontamination mit Blut oder anderen Körperflüssigkeiten
- Adäquate Handhabung von Abfällen

Es hat sich jedoch gezeigt, dass diese Maßnahmen allein nicht dafür sorgen, die in einigen Staaten vorliegende hohe MRSA-Prävalenz zu minimieren. Aufbauend auf den aggressiven und nachhaltigen Präventionsmaßnahmen, die in den skandinavischen Ländern zu der fortdauernd geringen MRSA-Prävalenz geführt haben, hat das Robert Koch-Institut bereits 2005 eine sogenannte 4-Säulen-Strategie entwickelt, die der Eindämmung von MRSA-Infektionen dienen soll [13]. Diese Strategie umfasst neben den Standardhygienemaßnahmen und dem kontrollierten Einsatz von Antibiotika auch das konsequente Eingangsscreening aller Risiko-Patienten bei Krankenhausaufnahme sowie deren Kontaktisolierung bis zum MRSA-Negativnachweis. Sie basiert auf der „Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“ aus dem Jahre 1999. Differierende Umsetzungen und unterschiedlich ausgeprägte Erfolge dieses Maßnahmenkataloges geben aber bis heute Grund zur Diskussion. Vieles spricht dafür, dass weitere Maßnahmen zur Prävention der zunehmenden MRSA-Infektionen nötig sind. In den Fokus rücken dabei immer mehr die Oberflächen, die bei vielen Infektionskrankheiten als Vehikel indirekter Kontaktübertragung dienen.

Massive Kupferlegierungen als zusätzlicher Lösungs-Baustein

Insbesondere die Desinfektion von Oberflächen als eine unverzichtbare Hygienemaßnahme muss regelmäßig erfolgen, kann und wird allerdings oftmals aufgrund des hohen personellen Aufwandes nicht in erforderlichem Maße – also mehrmals täglich – durchgeführt. Hinzu kommt, dass Desinfektionsmittel nur kurzzeitig wirken. In der Zeit zwischen zwei Desinfektionsgängen kommt es jedoch insbesondere bei häufig berührten Oberflächen zu Neukontaminationen auch mit infektiösen Erregern. Dies wiederum bedeutet, dass kritische Gegenstände sowie die Hände des Personals bei Berührung mit dem „Übertragungsvehikel“ erneut zu Keimquellen werden. Viele der gewöhnlich in Krankenhäusern oder Altenheimen für Oberflächen genutzten herkömmlichen Materialien sind nachgewiesenermaßen eine bevorzugte Quelle für Kreuz-Kontaminationen, d. h. die direkte oder indirekte Übertragung von pathogenen Mikroorganismen von bereits kontaminierten auf nicht kontaminierte Gegenstände oder Personen. Ein Teufelskreis, der auch durch eine verstärkte Flächenhygiene nicht umfassend zu durchbrechen ist. Hier sind neue, innovative Lösungswege gefragt, die nicht allein auf äußerliche Reinigungsvorgänge setzen.

Als Lösung bietet sich hier der Einsatz antimikrobieller Materialien an, die für hoch frequentierte Kontaktflächen verwendet werden und damit eine zusätzliche Barriere gegen nosokomiale Infektionen wie MRSA darstellen können.

Zusätzliche Barriere: Unterstützung der Flächenhygiene

Der Einsatz antimikrobieller Kupferoberflächen als zusätzlicher Baustein der Säulen-Strategie des Robert Koch-Instituts ist kein Ersatz für Standardhygienemaßnahmen, sondern eine Ergänzung zu den existierenden Präventionsmaßnahmen im Kampf gegen nosokomiale Infektionen. Der Austausch hoch frequentierter Oberflächen durch Oberflächen aus Kupfer mit intrinsischer antimikrobieller Eigenschaft kann helfen, Kontaminationen und damit das Risiko von Infektionen einzuschränken.



Bild 1: Türbeschlag aus antimikrobieller Kupferlegierung

Anwendungsbereiche massiver antimikrobieller Kupferlegierungen

Im Gegensatz zu einfachen, sich mit der Zeit abnutzenden Beschichtungen mit bioziden Inhaltsstoffen anderer Materialien, wie sie durchaus schon eingesetzt werden, bieten massive Kupferlegierungen ein unerschöpfliches Reservoir für die hochwirksamen Kupfer-Ionen und weisen damit eine besonders nachhaltige Effizienz auf. Denn offenbar kann Kupfer mit seiner antimikrobiellen Wirksamkeit die indirekte Kontaktübertragung unterbrechen. Diese Eigenschaft geht auch im Falle nutzungsbedingter Beschädigungen der Oberfläche nicht verloren. Andere, häufig in Kliniken verwendete, metallische oder nichtmetallische Werkstoffe gelten nach Beschädigung als bevorzugte Rückzugsmöglichkeit für Keime (14).

In Gesundheitseinrichtungen sind häufig Oberflächen in der direkten Patientenumgebung von infektionsrelevanten Kontaminationen betroffen. Neben Türbeschlägen, Lichtschaltern und anderem Interieur stellen auch einige Medizinprodukte wie Krankenhausbetten häufig frequentierte Kontaktflächen dar, die von Patienten, Personal und Besuchern berührt werden. Des Weiteren gelten Waschräume, Toiletten und Haltegriffe als mögliche Übertragungsquellen. Ebenso Computertastaturen, Tischrollwagen, Seifenspender, Kugelschreiber oder auch Telefone/Handys, die im normalen Klinikalltag fortlaufend zum Einsatz kommen. Aber auch medizinische Ausrüstungsgegenstände wie Stethoskope, Katheter oder invasiv-chirurgische Instrumentarien zählen zu den potenziellen Keimträgern, bei denen das Risiko als Infektionsträger durch den Einsatz von Kupferkomponenten reduziert werden kann.

Einrichtungsgegenstände mit der höchsten Keimbelastung im patientennahen Umfeld



Darüber hinaus können die antimikrobiellen Eigenschaften von Kupfer aber auch in anderen Anwendungen effektiv genutzt werden. Insbesondere durch den zunehmenden Einbau von Belüftungs- und Klimaanlage in Krankenhäusern besteht ein nicht zu unterschätzendes Gefährdungspotenzial durch die Verbreitung von Erregern mithilfe des Lüftungssystems. Dabei wird die Optimierung der Innenraumhygiene in den nächsten Jahren zunehmend in den Fokus der Gesundheitsvorsorge rücken und weitere Einsatzbereiche für antimikrobielle Kupferlegierungen eröffnen.

Unterstützend kommt hinzu, dass Kupfer und Kupferlegierungen leicht zu verarbeiten sind und auch unter Kostenaspekten eine akzeptable Alternative zu bislang in Gesundheitseinrichtungen eingesetzten Materialien darstellen.

4. Forschungsfokus: antimikrobielle Wirksamkeit von Kupfer

In der Medizingeschichte ist die Nutzung der antimikrobiellen Wirkung von Kupfer bereits seit dem Altertum aus Ägypten und der griechischen Antike bekannt. Die keimreduzierende Wirksamkeit ist somit keine Neuentdeckung, sondern wird schon seit Jahrhunderten in der Medizin angewandt.

Während die Kenntnis von den hygienischen Eigenschaften gelöster Kupfer-Formen erhalten blieb, geriet das Wissen über die antimikrobielle Effektivität massiven Kupfers oder einiger seiner Legierungen in Vergessenheit. Eine systematische Untersuchung gab es bis in die jüngste Vergangenheit nicht, denn das Thema ist erst seit rund zehn Jahren Gegenstand der Forschung.

Die Geschwindigkeit der Keim-Inaktivierung durch massives Rein-Kupfer reicht von einer Minute (Start-Bakteriendichte: 1.000.000 bis 1.000.000.000 Bakterien in einem Milliliter) bis zu ca. einer Stunde (gleiche Keimdichte). Die Effektivität vieler Kupferlegierungen variiert im Bereich zwischen wenigen Minuten und zwei Stunden. Im Gegensatz zu anderen metallischen oder organischen ausschließlich toxischen Stoffen, steuert Kupfer als Biometall bei allen Lebensformen viele zentrale Prozesse des Zell-Stoffwechsels. Mechanismen der zellulären Homöostase (z. B. Kupferimport und -export) werden seit einigen Jahren intensiv erforscht und sukzessive aufgeklärt. Eine Überfrachtung des „Entsorgungsmechanismus“ der Zellen gilt als Ursache der Inaktivierungseigenschaft von Kupfer. Genau diese Überversorgung wird durch den Kontakt bakterieller Zellen mit Kupfer erreicht. Die Kombination aus „Kupfer-Überversorgung“ der Bakterienzelle mit „Multi-Targeting“, bei dem Kupfer kann an vielen Stellen des Bakterien-Stoffwechsels eingreifen kann, macht das Element zu einem unspezifischen – nicht nur auf ein oder zwei Angriffspunkte beschränkten – Wirkstoff.

Laborstudien mit positiven Ergebnissen

In Untersuchungen, welche am Hygieneinstitut der Universität Bonn und im Auftrag des Deutschen Kupferinstitutes durchgeführt worden sind, wurden Kupfer und zwei Kupferlegierungen (Kupferanteil > 70 %) hinsichtlich ihrer antimikrobiellen Wirksamkeit im Vergleich zu Edelstahl getestet. Grundlage der Vorgehensweise ist der in Europa weitverbreitete Japanische Test-Standard JIS Z 2801 zur

Evaluierung der antimikrobiellen Aktivität und Wirksamkeit fester Materialien. Hierbei werden Testkörper des zu begutachtenden Materials mit Testorganismen beimpft und die Keimreduktion nach Ablauf einer definierten Zeit bestimmt.

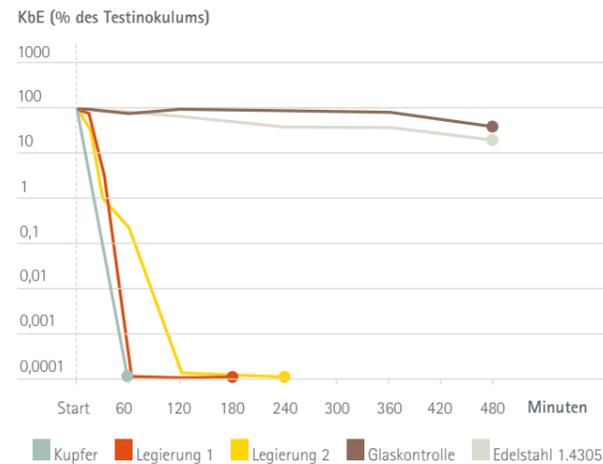
Koloniebildende Einheiten (KbE)

(engl. Colony Forming Unit, CFU)

Eine koloniebildende Einheit ist eine Größe, die bei der Quantifizierung von Mikroorganismen eine Rolle spielt, und zwar, wenn die Anzahl der Mikroorganismen in einem Material auf kulturellem Weg bestimmt wird.

Der JIS Z 2801 schreibt eine Versuchsdauer von 24 Stunden vor, da das Verfahren auch zur Überprüfung nur schwach wirksamer Materialien herangezogen wird, deren entsprechende Eigenschaften sich erst nach längerer Kontaktzeit nachweisen lassen. Für die vorgenommenen Untersuchungen wurden kürzere Zeiten gewählt, um dem Anspruch der potenziellen Applikation in Krankenhäusern gerecht zu werden (d. h. für Kupfer 1 h, für die Legierungen je 15 min, 30 min, 1 h, 2 h, 4 h; für Edelstahl 1 h, 2 h, 4 h, 8 h). Getestet wurde mit *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, einem nicht resistenten, aber MRSA-adäquaten Stamm der American Type Culture Collection. Ergebnisse werden in Grafik 1 dargestellt und zeigen, dass der Kontakt der verwendeten Keime mit kupferhaltigen Werkstoffen innerhalb kurzer Zeit zur vollständigen Reduktion koloniebildender Einheiten führt. Die entsprechenden Reduktionsfaktoren (> 5 log-Stufen) entsprechen den Anforderungen einer Desinfektionsmaßnahme.

Antimikrobielle Wirksamkeit von Kupfer und Edelstahl im Vergleich



Grafik 1: Ergebnisse zur Einwirkung unterschiedlicher Werkstoffe auf die Zahl koloniebildender Einheiten (KbE) nach dem JIS Z 2801-Verfahren [14]

In einer weiteren Untersuchung (Labor Zastrow, Berlin, 2010) wurde die antimikrobielle Wirkung bei vier Stämmen von klassischen Krankenhauskeimen getestet, die als hochpathogen und hochvariabel bezüglich Bildung von Resistenzen gelten. Geprüft wurden Testkörper aus zwei im Vorfeld erfolgreich auch hinsichtlich mechanischer



„Der Austausch herkömmlicher Oberflächen durch massives Kupfer und Kupferlegierungen kann in Krankenhäusern dazu beitragen, die Infektionskette zu unterbrechen und ein für den Patienten sichereres Hygiene-Umfeld zu schaffen. So können die weltweit hohen nosokomialen Infektionszahlen verringert werden.“

Professor Bill Keevil, Direktor Environmental Healthcare Unit der Universität Southampton

Wichtigste Randbedingungen des Japanischen Teststandards JIS Z 2801

Kultur-Medium, Nährstoff-Agar	Rindfleischextrakt, Pepton, NaCl, pH: 7-7,2
Vorinkubation der Bakterien	35°C für 16 bis 24 Stunden
Testinokulum	2,5 bis 10 x 10 ⁵ Zellen/ml
Bestückung Testmaterial	<ul style="list-style-type: none"> · Aufgabe von 0,4 ml des Testinokulums · Bedeckung mit Film · 35°C · relative Luftfeuchte nicht geringer als 90 %

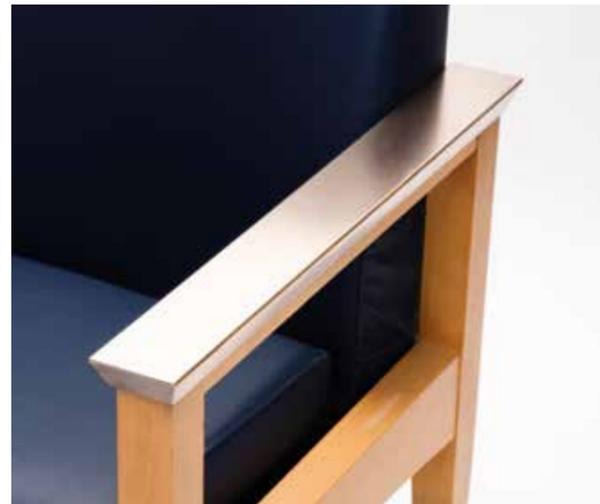


Bild 2: Patientenstuhl mit Armlehnaufgabe aus antimikrobieller Kupferlegierung

Materialeigenschaften evaluierter Kupferlegierungen. Je 1 µl einer Testsuspension mit entweder 100 KbE oder 1000 KbE/µl wurden auf Testkörper aufgetragen. Nach unterschiedlichen Einwirkzeiten wurden RODAC-Abklatsch genommen und analysiert. Zum Erreichen der vollständigen Eliminierung waren unter den genannten Testbedingungen maximal 30 Minuten nötig.

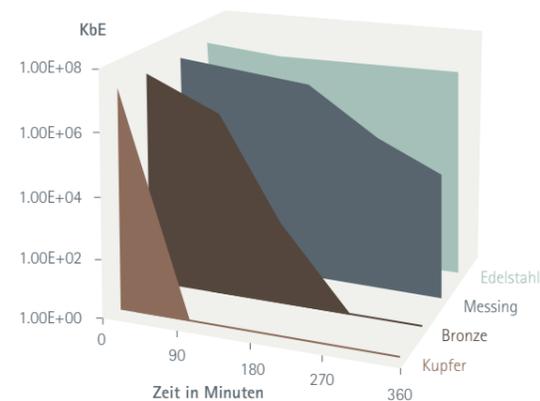
Diese Ergebnisse unterstützen Labor-Studien der University of Southampton, Großbritannien, die die Überlebensraten von MRSA-Keimen und anderen Organismen auf Edelstahl, Kupfer, Messing und Bronze untersucht hat (Grafik 2). In diesen Tests, die unter natürlichem Raumklima (Temperatur und Luftfeuchte), so genannten „trockenen“ Bedingungen durchgeführt wurden, sind zehn Millionen Keime auf einer 1 cm² großen Kupferoberfläche aufgetragen worden, die daraufhin auf überlebende Organismen untersucht wurde.

Das Resultat zeigte, dass die Keime tagelang auf Edelstahloberflächen überleben können, während sie auf reinen Kupferoberflächen (99,9 % Cu) in weniger als 90 Minuten bei Raumtemperatur (20 °C) eliminiert werden. In weniger als 15 Minuten waren bereits mehrere tausend Keime – ein typisches Kliniklevel – auf Kupfer inaktiviert. Bemerkenswert war zudem, dass schon ein Kupfergehalt von 60 bis 65 % (wie in spezifischen Legierungen üblich) ausreicht, um eine gute Effizienz zu erzielen. Dabei bezieht sich die antibakterielle

Wirkung von Kupfer nicht allein auf MRSA, sondern auf eine Vielzahl pathogener Keime wie E. coli, Acinetobacter baumannii, Salmonella enteritidis, Legionella pneumophila, Clostridium difficile, Listeria monocytogenes, Pseudomonas aeruginosa, Helicobacter pylori und selbst Viren wie z. B. Influenza A [15].

Die amerikanische Umweltbehörde EPA (Environmental Protection Agency) hat in diesem Zusammenhang die antimikrobielle Wirksamkeit von Kupferoberflächen offiziell bescheinigt. Auf dieser Grundlage dürfen jetzt erstmalig 275 Kupfer-, Messing- und Bronzeprodukte in den USA legal unter Verwendung von gesundheitsbezogenen Angaben vermarktet werden. Dieser Registrierung ging ein ein Jahr umfassender Labortest voraus, in denen gezeigt wurde, dass bestimmte Kupferlegierungen gegen alle fünf getesteten Bakterienstämme wirksam sind. Hierzu gehört auch MRSA. Die Wirksamkeit der verschiedenen Kupferlegierungen wurde durch die sorgfältige Analyse von 3.000 Proben seitens unabhängiger Labors nachgewiesen. Die von der EPA vorgeschriebenen Tests ergaben, dass 99,9 % der Bakterien auf Kupferlegierungsflächen (mit einem Kupfergehalt von 65 % oder mehr) innerhalb einer Expositionszeit von zwei Stunden eliminiert wurden. Der EPA-Anerkennung vorangegangen waren Untersuchungen der Universität Southampton (GB).

Studien der Copper Development Association, USA, und der Universität Southampton an Silber und Kupfer, um die Effekte von

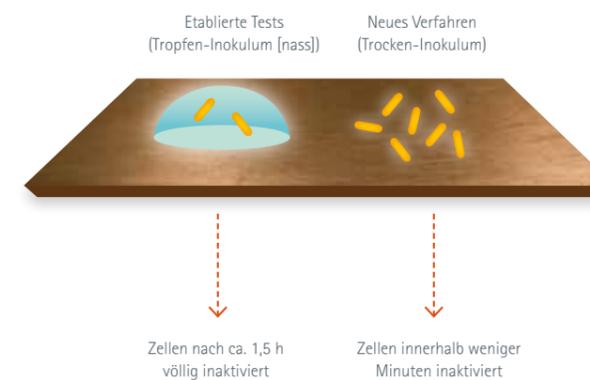


Grafik 2: Überlebensraten von MRSA auf Kupferlegierungen und Edelstahl bei 20 °C [15]

Temperatur und Feuchtigkeit auf die Wirksamkeit gegenüber MRSA zu vergleichen, bewiesen eindeutig, dass Kupfer in einem normalen Innenraumklima – wie es auch in Krankenhäusern vorherrscht – die bessere Wahl ist. Denn während Silber-Ionen enthaltendes Material bei hoher Luftfeuchte (> 90 %) und hoher Temperatur (> 35°C) wie im JIS-Verfahren vorgeschrieben noch eine messbare Wirkung auf MRSA-Keime zeigte, konnte diese Wirksamkeit in einer normal temperierten und trockenen Umgebung für Silber schon nicht mehr nachgewiesen werden. Kupfer hingegen behielt auch in diesem Raumklima seine volle Effizienz.

Untersuchungen der Universität Halle und Nebraska-Lincoln (USA), deren Forscher ein neues Verfahren entwickelt haben, um Kupferoberflächen auch in einer trockenen Umgebung auf ihre antimikrobielle Wirksamkeit zu prüfen, zeigen, dass in dieser Umgebung bereits nach wenigen Minuten eine Inaktivierung pathogener Keime stattfindet. Eine trockene Umgebung – wie sie beispielsweise auch in Krankenhäusern üblicherweise anzutreffen ist – führt danach noch schneller zu einer Keimreduktion als ein nasses Medium [16].

Entwicklung neuer Labor-Testmethoden



Grafik 3: Vergleich etablierter Tests mit dem neuen Verfahren nach Santo et al. [16]

Warum wirken Kupferoberflächen antimikrobiell?

Kupfer und Kupferlegierungen besitzen antimikrobielle Eigenschaften sowohl gegen Gram-positive wie Gram-negative Bakterien, auch ‚contact killing‘ genannt. Der Mechanismus, wie Kupferoberflächen Keime töten, konnte zum Großteil erst im Jahr 2013 aufgeklärt werden.

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts „Kupfer antimikrobiell – Materialien, Verfahren, Biologie“ erarbeiteten Materialwissenschaftler und Biochemiker der Universität des Saarlandes und der Universität Bern ein erweitertes Grundlagenverständnis antimikrobieller Effekte durch Gestaltung

spezifischer Material- und Oberflächenparameter von Kupferwerkstoffen zur Untersuchung ihrer Bedeutung für die Interaktion zwischen Werkstoff und Mikroorganismus.

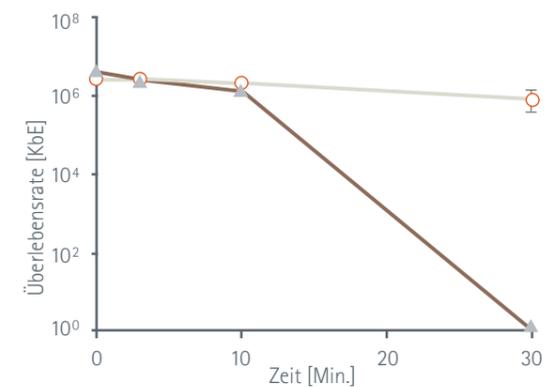
Mindestens vier verschiedene Erklärungsmuster werden derzeit weltweit von Wissenschaftlern untersucht:

- Kupfer bewirkt, dass Kalium oder Glutamat durch die Außenmembran von Bakterien austritt
- Kupfer stört das osmotische Gleichgewicht
- Kupfer bindet sich an Proteine, die kein Kupfer benötigen
- Kupfer verursacht oxidativen Stress, indem es Wasserstoffperoxid erzeugt

Fakt ist, dass sich im Inneren von getöteten Bakterien unter dem Elektronenmikroskop Kupferionen nachweisen lassen. Wie das Kupfer ins Innere der Zellen gelangt, ist noch unklar, ebenso, wie der zerstörerische Prozess bei Bakterien ausgelöst wird.

In Laborversuchen bewies das Forscher-Team, dass Bakterien nur dann verenden, wenn diese in direktem Kontakt mit der Kupferoberfläche stehen. Einzelne Kupferionen in einer Flüssigkeit reichen dafür oft nicht aus.

Für die Forschungen wurde die Laserinterferenztechnologie am Steinbeis-Forschungszentrum für Werkstofftechnik (MECS) in Saarbrücken genutzt. Eine Kupferplatte wurde mit einer dünnen Kunststoffschicht überzogen. Mit pulsierenden Laserstrahlen schossen die Materialforscher winzige Löcher in diese Schicht und erzeugten so ein wabenartiges Muster. Die Löcher waren mit einem halben Mikrometer, einem millionstel Meter, kleiner als der Durchmesser der Bakterien. Überraschenderweise sind die Bakterien auf dieser Oberfläche nicht abgestorben, obwohl Kupferionen freigesetzt wurden. Im Vergleichsversuch mit einer unbeschichteten Kupferplatte und der gleichen Konzentration von Kupferionen waren hingegen alle Bakterien nach wenigen Stunden vernichtet. Dies zeigt, dass Bakterien vor allem beim direkten Kontakt mit der Kupferoberfläche absterben. Offenbar wird dadurch erst die Zellhülle angegriffen und so die Voraussetzung dafür geschaffen, dass die Kupferionen die Zellen völlig zerstören können. Dies lässt weitergehend vermuten, dass komplexe elektrochemische Prozesse zwischen Kupferplatte und Keimen auf der Oberfläche eine wichtige Rolle spielen [17].



Grafik 4: Überlebensrate von Enterococcus hirae auf unbeschichteter (▲) und beschichteter (○) Kupferplatte [17]

Gegen welche pathogenen Organismen wirkt Kupfer antimikrobiell?

In einer Vielzahl internationaler Laborstudien konnten bisher für die nachstehenden Organismen eine Sensitivität gegenüber Kupfer nachgewiesen werden. Dabei wird jedoch nicht unterschieden, welche Organismen vollständig zerstört werden und welche durch den Einfluss von Kupfer ihr Wachstum oder ihre pathogene Wirksamkeit mindern.

Sensitivität ausgewählter Mikroorganismen gegenüber antimikrobiellen Kupferlegierungen

Untersuchte Mikroorganismen	Referenz-Literatur
Acinetobacter baumannii	18
Acinetobacter johnsonii DSM6963	19
Adenovirus	k. A.
Aspergillus flavus	20
Aspergillus fumigatus	20
Aspergillus niger	20
Brachy bacterium conglomeratum DSM 10241	19
Campylobacter jejuni	23
Candida albicans	18
Clostridium difficile (ATCC 9689) vegetative cells and spores	21
C. difficile NCTC11204/R20291 vegetative cells	22
C. difficile dormant spores	22
C. difficile germinating spores	22
Different Enterococcus spp.	24
EMRSA-1e (NCTC11939)	25
EMRSA-16e (NCTC13143)	25
Enterobacter aerogenes	k.A.
Enterococcus hirae ATCC 9790	26
Escherichia coli O157:H7	27
Escherichia coli O157	27, 28
Escherichia coli W3110	19
Fusarium culmorum	20
Fusarium oxysporum	20
Fusarium solani	20
Helicobacter pylori	k.A.
Influenza A (H1N1)	29
Klebsiella pneumoniae	18
Legionella pneumophila	k. A.
Listeria monocytogenes	30
Listeria monocytogenes Scott A	30
Methicillin-resistent Staphylococcus aureus (MRSA)	15
MRSA NCTC 10442	15
MRSA (NCTC10442)	25
Mycobacterium tuberculosis	18
Pantoea stewartii DSM30176	19
Penicillium crysogenum	20
Poliovirus	k. A.
Pseudomonas aeruginosa	18
Pseudomonas aeruginosa PAO1	31
Pseudomonas oleovorans DSM 1045	19
Saccharomyces cerevisiae	32
Salmonella enterica	23
Salmonella enteritidis	k. A.
Staphylococcus warneri DSM20316	19
Vancomycin-resistent enterococcus (VRE)	k. A.

5. Vom Labor in die Praxis: klinische Studien und Versuchsreihen

Nachdem in zahlreichen Laborversuchen die antimikrobielle Wirksamkeit auf diverse pathogene Erreger nachgewiesen werden konnte, werden bis heute verschiedene Fragestellungen in internationalen klinischen Studien, darunter einer Metastudie in sechs Ländern, vertieft.

Bereits 1983 wurde von Phyllis Kuhn, Ph. D., Bakteriologin am Hamot Medical Center, Erie, Pennsylvania, eine Studie veröffentlicht, in der die Effizienz von Kupfer bei der Verminderung von E. coli-Keimzahlen auf Messing-Türdrückern nachgewiesen wurde. Kuhn vermutete, dass der Austausch bewährter Messingprodukte durch damals zunehmenden Einsatz neu entwickelter Materialien zu einer Erhöhung der Infektionsrate geführt hatte [33].

Feldversuch „Antimikrobielle Kupfer-Oberflächen“ an der Asklepios Klinik Wandsbek, Hamburg

In der Asklepios Klinik Wandsbek wurde zwischen 2008 und 2009 die Wirksamkeit antimikrobieller Kupfer-Oberflächen von Türgriffen und Schaltern im Vergleich zu herkömmlichen Materialien getestet. Der Feldversuch „Antimikrobielle Kupfer-Oberflächen“ wurde gemeinsam von Medizinern der Asklepios Klinik und Wissenschaftlern der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg vorbereitet und durchgeführt. Unterstützt wurde das Projekt vom Deutschen Kupferinstitut.

Dabei wurden eine onkologisch-pneumologische und eine geriatrische Station mit rund 50 Türgriffen und -platten sowie Lichtschaltern aus speziellen Kupferlegierungen ausgestattet. Die benachbarten Bereiche behielten für den Forschungszweck ihre herkömmlichen Griffe und Schalter aus Aluminium, Edelstahl oder Plastik. Unter unabhängiger Leitung der Universität Halle-Wittenberg wurden jeweils 16 Wochen lang im Sommer und Winter regelmäßig Proben genommen und die Anzahl der Keime auf den verschiedenen Kontaktflächen verglichen.

Auf den Kupferoberflächen fanden sich im Vergleich zu den Kontrolloberflächen, also den herkömmlichen Türgriffen, Türplatten und Lichtschaltern, nur 63 % MRSA. Außerdem hat sich in der Praxis gezeigt, dass Kupfer die Neubesiedlung der Oberflächen von Türgriffen und Schaltern mit Keimen wesentlich reduziert. Dies hatte einen unmittelbaren Nutzen für die Patienten: Auf den mit Kupferklippen ausgestatteten Stationen gab es im Untersuchungszeitraum

einen aussichtsreichen Trend zu niedrigeren Infektionsraten, der allerdings in größeren Studien genauer untersucht werden muss [34]. Die erfreulichen Ergebnisse haben die Klinik im Jahr 2012 dazu veranlasst, 15 Besuchertoiletten mit WC- und Türgriffgarnituren aus antimikrobiellen Kupferlegierungen umzurüsten.

Selly Oak Copper Clinical Trial, Großbritannien

Im Selly Oak Hospital, Birmingham, wird die Fähigkeit von Kupfer untersucht, Kontaminationen im Krankenhausumfeld zu reduzieren. Der Versuch läuft auf einer Allgemeinstation, die sowohl mit Kupferbauteilen als auch mit Standardkomponenten ausgestattet ist. Seit 2007 wurden Oberflächen, die zuvor als Übertragungsvehikel identifiziert worden sind (z. B. Handläufe, Toilettensitze, Türdrücker, Kliniken, Armaturen), ausgetauscht und bezüglich ihrer Kontamination mit pathogenen Keimen gegenüber Produkten aus handelsüblichen Werkstoffen verglichen.

Krankenhausversuch am Selly Oak Klinikum in Birmingham, UK: Vergleich der KbE-Reduktion zwischen Kupfer und Edelstahloberflächen [35]

Mikroorganismen	Log-Reduzierung (KbE/mL) auf Kupfer	Log-Reduzierung (KbE/mL) auf Edelstahl
E. coli (ESBL)	> 5	0
S. aureus (MRSA)	> 5	0
EMRSA 15	3,8	0
EMRSA 16	4,5	0
E. faecium	3,7	0
C. albicans	> 5	0
K. pneumoniae	> 5	0
A. baumannii	> 4,1	0

Die erste Versuchsphase konzentrierte sich auf Armaturen, Türdrücker und Toilettensitze. Die Probenahme fand einmal pro Woche über zwei Beprobungsphasen á fünf Wochen statt. Die Ergebnisse zeigten eine Keim-Reduktion von 90 % bis 100 % auf kupferhaltigen Produkten im Vergleich zur Kontrollgruppe. Um die Verminderung der Infektionsraten durch den Einsatz von Kupfer festzustellen, sind weitere Versuche nötig [35].

Medical University of South Carolina, USA

Im Rahmen einer Multicenterstudie wurde auf der 17 Betten umfassenden Intensivstation der Medical University of South Carolina, USA, eine Begleitstudie mit Sonderauswertung durchgeführt. Verglichen werden sollte die Wiederbesiedelung durch Keime auf Bettgriffen nach erfolgter Reinigung.

Im Vergleich zum Mittelwert der Keimbelastung auf Kunststoff-Bettgriffen, der vor der Reinigung ermittelt wurde, lag dieser bei Kupfer-Griffen signifikant niedriger (6.102 KbE/100 cm² oder 3,79 log₁₀/100 cm² vs 698 KbE/100 cm² oder 2,84 log₁₀/100 cm²). Nach Reinigung der Bettgitter kam es zu einem sofortigen Rückgang der Keimbelastung unabhängig vom Material. Die mittlere Reduktion betrug 82 % auf Kunststoff-Griffen (1.112 KbE/100 cm² oder 3,05 log₁₀/100 cm²) und 48 % auf Kupfer-Griffen (362 KbE/100 cm² oder 2,56 log₁₀/100 cm²).

Es konnte festgestellt werden, dass die mittlere Keimbelastung auf Kupfer-Griffen nach der Reinigung auf einem deutlich niedrigeren Niveau blieb als auf den Kunststoff-Griffen. Die höchste anfängliche Keimbelastung betrug bei Kunststoff-Griffen 32.400 KbE/100 cm² (4,51 log₁₀/100 cm²). Bei Kupfer-Griffen, lag die höchste anfäng-

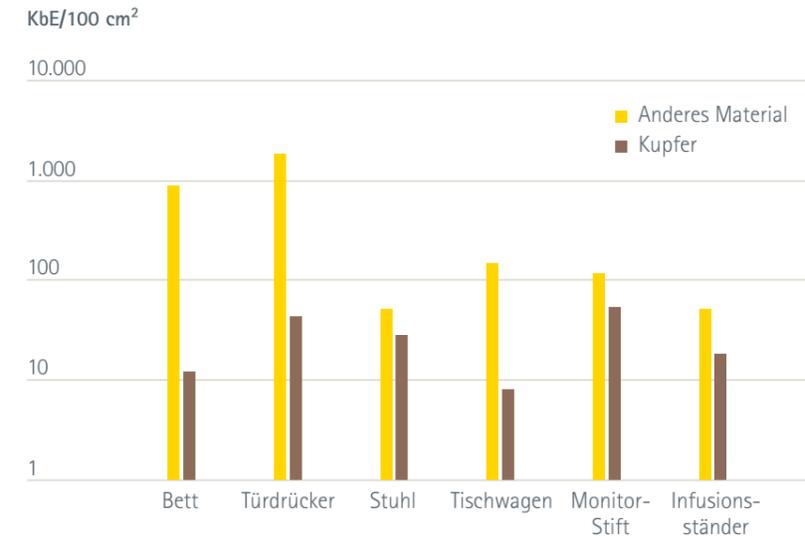


Bild 3: Patientenliege mit Haltegriffen aus einer antimikrobiellen Kupferlegierung

Krankenhausversuch am Selly Oak Klinikum in Birmingham, UK: Vergleich der Besiedlung zwischen Kontrolloberflächen und Kupferoberflächen. Angegeben sind Mittelwerte und zugehörige Wertebereiche (in Klammern) der KbE-Dichte [35].

Gegenstand	KbE pro cm ² Kontrollflächen	KbE pro cm ² Kupferflächen
Oberseite Toilettensitz (7 Uhr)	87,6 (9-266,4)	2,1 (0-38,4)
Oberseite Toilettensitz (17 Uhr)	64,5 (28,2-254,4)	1,2 (0-23,4)
Unterseite Toilettensitz (7 Uhr)	10,8 (0-101,4)	0 (0-4,2)
Unterseite Toilettensitz (17 Uhr)	1,5 (0-121,8)	0 (0-4,2)
Türdrücker (7 Uhr)	1,8 (0-7,8)	0 (0-0,6)
Türdrücker (17 Uhr)	0,6 (0-3,6)	0 (0-1,2)
Heißwasser-Armatur (7 Uhr)	6,6 (0-504)	0 (0-3)
Heißwasser-Armatur (17 Uhr)	3 (0-36)	0 (0-39)
Kaltwasser-Armatur (7 Uhr)	7,5 (0-87)	0 (0-3)
Kaltwasser-Armatur (17 Uhr)	4,5 (0-51)	0 (0-3)

Vergleich Kupfer – andere Werkstoffe



Grafik 5: Krankenhausversuch in Chile: Durchschnittliche Keimzahl von Staphylococcus aureus im Zeitraum 09.06.2009 bis 29.12.2009 auf den untersuchten Ausrüstungsgegenständen (beachte logarithmische Darstellung) [37].

liche Keimbelastung bei 5.310 KbE/100 cm² (2,56 log₁₀/100 cm²). Zusammenfassend wurde festgestellt, dass der zwischen den Griffmaterialien festgestellte Unterschied signifikant (P p .0001) ist. Mit Blick auf den empfohlenen Richtwert nach Reinigung blieben insgesamt 77% der Kupfer-Griffe unter diesem Niveau, während nur 45 % der Kunststoff-Griffe unterhalb dieser kritischen Schwelle lagen [36].

Hospital del Cobre Clinical Trial, Chile

Der Klinikversuch fand auf der Intensivstation des Hospital del Cobre, Calama, in einer extrem trockenen Halbwüstenregion Chiles statt. Es wurden verschiedene herkömmliche und in Krankenzimmern übliche Ausstattungsgegenstände durch entsprechende Produkte aus Kupferwerkstoffen ersetzt. Die Untersuchungen liefen über einen Zeitraum von 30 Wochen und schlossen je 90 Krankenzimmer mit einer Luftfeuchte von 7,2 bis 19,7 % ein.

Auch hier konnte nachgewiesen werden, dass auf den Gegenständen aus Kupferlegierungen die Keimzahlen um bis zu 92 % reduziert werden konnten. Die durchschnittliche Keimzahl in den Intensiv-Krankenzimmern mit Kupferwerkstoffen lag bei 1.851 KbE/100 cm², während die Zimmer mit der üblichen Ausstattung Keimzahlen von rund 11.620 KbE/100 cm² aufwiesen. Gram-negative Keime wurden durch den Einsatz von Kupfer um 74 bis 100 % reduziert [38].

Kitasato University Hospital Study, Japan

Japanische Forscher der Kitasato University beschäftigen sich seit Langem intensiv mit der Keimaktivität von Kupfer und Kupferlegierungen im klinischen Umfeld. Ihr Ergebnis zeigt eine Inaktivierung von S. aureus, E. coli und Pseudomonas aeruginosa, nachdem diese Keime auf Kupferoberflächen aufgetragen wurden.

Auf Basis von Laboruntersuchungen wurde bereits 2005 ein Klinikversuch durchgeführt, bei dem ausgewählte Oberflächen auf zwei Krankenstationen mit Kupfer- oder Messingfolie ausgestattet worden waren. Die im Laborversuch ermittelte antimikrobielle Wirksamkeit von Kupferlegierungen bestätigte sich in der klinischen Umgebung. So waren hier auch positive Auswirkungen anhand rückläufiger Infektionszahlen zu beobachten.

Weitere klinische Forschungsprojekte laufen in Südafrika.



Keimbelastung wird auf antimikrobiellen Einrichtungsgegenständen reduziert

Studien belegen Wirksamkeit von Kupfer

6. Intensivstationen profitieren: Deutliche Senkung der Keimbelastung und Infektionsrate

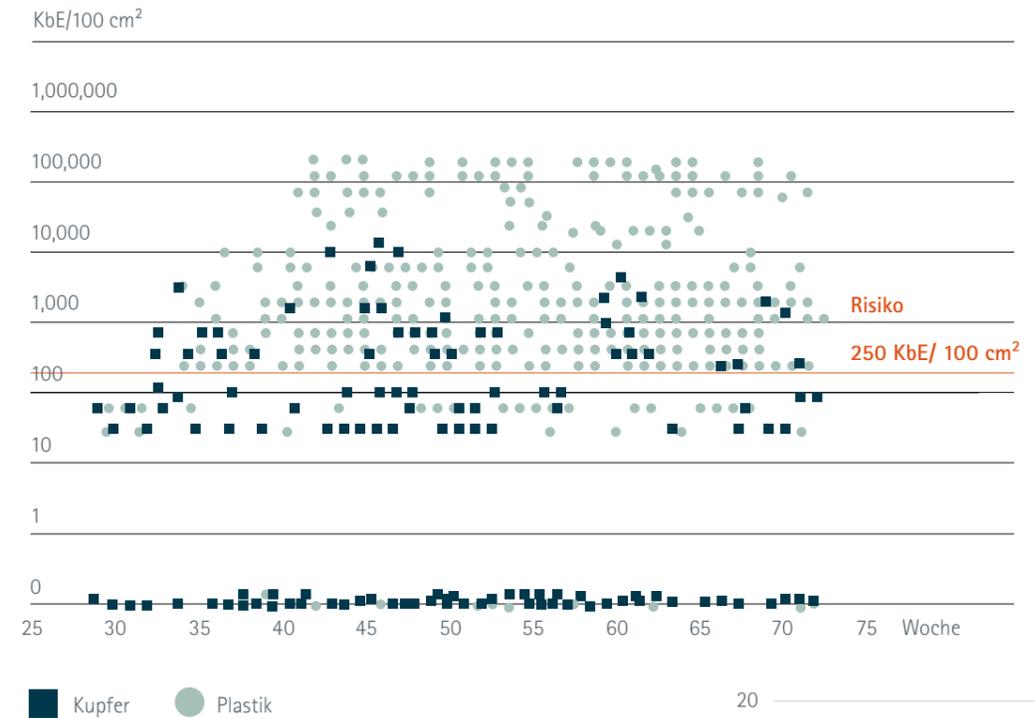
In den Vereinigten Staaten wurde vom Verteidigungsministerium eine Intention-to-treat randomisierte kontrollierte Studie durchgeführt. An dieser waren im Zeitraum von Juli 2010 bis Juni 2011 die Medical University of South Carolina, das Memorial Sloan-Kettering Cancer Center in New York City und das Ralph H. Johnson Veterans Affairs Medical Center in Charleston, South Carolina, beteiligt.

Mit der Fragestellung nach Senkung der Keimbelastung durch Nutzung von Kupferlegierungen im Krankenzimmer schloss die Studie an internationale Forschungen aus Deutschland, Japan, Chile und Großbritannien an.

Um die Wirksamkeit der massiven Kupferlegierungen in Bezug auf die Rate nosokomialer Infektionen bestimmen zu können, wurden häufig berührte Oberflächen mit antimikrobiellen Kupfer-Äquivalenten ersetzt. Für die Studie wurden Intensivstationen ausgewählt, da die hier behandelten Patienten ein insgesamt höheres Risiko an Infektionen aufweisen. Gründe hierfür sind die Schwere der Erkrankung, die vielfach invasiven Behandlungen und nicht zuletzt der häufig enge Kontakt mit dem Pflegepersonal.

Die Patienten wurden randomisiert und in Zimmer mit oder ohne antimikrobielle Kupfer-Oberflächen aufgeteilt, um die Rate der nosokomialen Infektionen vergleichen zu können. An der Studie nahmen insgesamt 650 Patienten teil, die in 16 Zimmern (acht mit Kupfer

Besiedlungsuntersuchungen auf Bettgittern

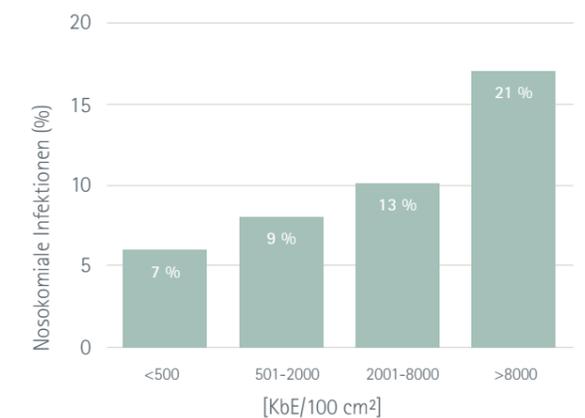


Grafik 6: Keimzahlentwicklung im Vergleich Kupfer und Plastik. Untersuchungen der Medical University of South Carolina [36]

ausgestattete und acht Standardzimmer) betreut wurden. Unter den Ausstattungsgegenständen, die entweder aus Kupferwerkstoffen hergestellt worden waren oder zur Serienausstattung zählten, waren Bettgriffe und -gitter, Beistelltische, Infusionsständer, Klingelknöpfe sowie Türbeschläge. Das Reinigungsverhalten war in den Studien- und Standardzimmern gleich.

In einer ersten neunwöchigen Beprobungsphase wurden diese Objekte und die entsprechend herkömmlichen Einrichtungsgegenstände auf ihre Keimbesiedlung untersucht. Dabei zeigte sich, dass Kupfer die Gesamtzahl der pathogenen Keime in den damit ausgerüsteten Teilen der Intensivstationen um rund 87 % reduzierte (26.927 KbE/100 cm² in Räumen ohne Kupferausstattung gegenüber 3.301 KbE/100 cm² in Räumen mit Kupferausstattung).

Eine Verringerung der Keimzahlen fand insbesondere auf den Bettgestellen (- 99 %), den Armlehnen von Stühlen (- 38 %) sowie den Rufknöpfen (- 90 %) und den Infusionsständern (- 67 %) statt. Es zeigte sich, dass zwei bedeutsame Antibiotika-resistente Keime, wie der Methicillin-resistente Staphylococcus aureus (MRSA) und der Vancomycin-resistente Enterococcus (VRE) mit deutlich geringerer Wahrscheinlichkeit auf Kupferoberflächen nachzuweisen waren.

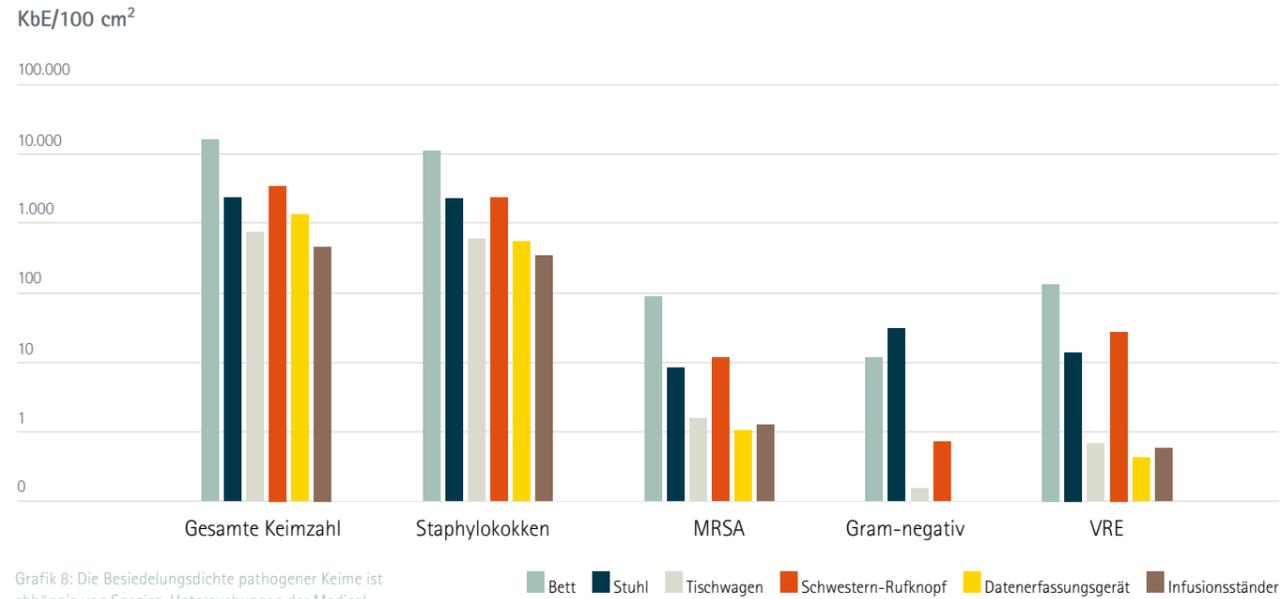


Grafik 7: Mikrobielle Belastung auf Intensivstationen [6]

Im Ergebnis der Studie entwickelten 46 Patienten eine nosokomiale Infektion, darunter 26 Patienten mit einer Kolonisation durch MRSA oder VRE. Bei Patienten, die in Zimmern mit Gegenständen aus antimikrobiellen Kupferlegierungen untergebracht worden waren, konnte die Rate der nosokomialen Infektionen um 58 % gegenüber den „Nicht-Kupferzimmern“ gesenkt werden.

Das Verhältnis von Patienten, die nosokomiale Infektionen und/oder eine Kolonisation mit MRSA oder VRE entwickelt haben, war unter Patienten in Zimmern mit Kupferoberflächen (7,1 %) im Vergleich zu Patienten in traditionellen Zimmern (12,3 %) bedeutsam niedriger. Das Verhältnis von Patienten, die nosokomiale Infektionen entwickelten, war unter denjenigen signifikant gesunken, die den „Kupferzimmern“ (3,4 %) zugeteilt worden waren – im Vergleich zu denjenigen in traditionellen Zimmern (8,1 %) [6].

Besiedelung von Oberflächen auf Intensivstationen



In dieser Studie konnte erstmals an mehreren Zentren gleichzeitig und mit einer großen Patientenzahl belegt werden, dass antimikrobielle Kupferwerkstoffe dauerhaft die Keimbelastung um über 80 % reduzieren und dadurch die Infektionsrate um annähernd 60 % minimieren können. Denn Kupfer ist das einzige Material, welches nachhaltig Mikroorganismen inaktiviert.

7. Antimicrobial Copper: eine globale Marke steht für Sicherheit und Qualität

Die Marke Cu⁺, Antimicrobial Copper™, gilt als weltweites Qualitätszeichen für antimikrobielle Kupferlegierungen. Das Zeichen dient als wissenschaftliche Bestätigung, dass die betreffenden Produkte eine optimale antimikrobielle Wirkung besitzen. Möchte ein deutscher Hersteller die Marke, den Namen oder das Zeichen von Antimicrobial Copper verwenden, um seine Produkte zu vermarkten, muss zuerst die Genehmigung der International Copper Association, Ltd oder vom Deutschen Kupferinstitut eingeholt werden.

Eine Genehmigung für die ständige Verwendung von Marke, Namen oder Zeichen setzt die uneingeschränkte Befolgung strenger Nutzungsregeln voraus. Außerdem muss der Produzent nachweisen, dass alle relevanten Produkte tatsächlich aus anerkannten „Antimicrobial Copper-Legierungen“ hergestellt sind.

Antimicrobial Copper™ ist das einzige Material für Produkte, dessen Wirksamkeitsdaten durch die Registrierung bei der US-Umwelt-schutzbehörde (EPA) bestätigt wurden. Die EPA stützt die Aussage,

dass kontinuierlich mehr als 99,9 % der Bakterien, die nosokomiale Infektionen verursachen können, innerhalb von zwei Stunden nach dem Kontakt eliminiert werden. Für folgende Organismen wurden Tests durchgeführt: MRSA, Staphylococcus aureus, Enterobacter aerogenes, Pseudomonas aeruginosa, E. coli O157:H7 und Vancomycin-resistenter Enterococcus faecalis.



Bild 4: Studienzimmer am Ralph H. Johnson Veteran Affairs Medical Center, Charleston – Bettengriffe, Beistelltisch und Infusionsständer aus antimikrobiellen Kupferwerkstoffen.

8. Keine Kostenfrage: Umrüstung auf Kupferbauteile macht sich doppelt bezahlt

Eine Umrüstung infektionsrelevanter Hot-Spots von herkömmlichen Materialien auf antimikrobielle Werkstoffe kann sich für ein Krankenhaus bereits in weniger als einem Jahr amortisieren. Dies weist erstmals ein Modell des York Health Economics Consortium aus dem Jahr 2013 nach.

Das britische Unternehmen, global führend in therapieassoziierten Modellbildung, hat ein umfassendes Kosten-Nutzen-Modell für Krankenhausverwaltungen erstellt, über welches die wirtschaftliche Begründung einer antimikrobiellen Kupferinstallation abgebildet werden kann. Das Modell basiert auf den Kosten des Austausches hochfrequentierter, konventioneller Einrichtungsgegenstände bzw. Kontaktflächen durch Kupferprodukte und die ausgleichenden Kosteneinsparungen infolge reduzierter Infektionsraten.

Es ist schwierig, die wirtschaftlichen Gesamtkosten von nosokomialen Infektionen genau zu berechnen. Zudem herrscht ein Mangel an frei verfügbaren Vergleichsdaten. Dieses Modell nutzt Bezugsdaten, um Schätzungen der Rentabilität bei Installation von Kupferbauteilen

als Teil eines Neubaus oder einer geplanten Sanierung darzustellen. Das Modell wurde in Großbritannien mit etablierten Datensätzen zu Erkrankungsraten und Kosten von nosokomialen Infektionen, Kosten von Kupferbauteilen mit antimikrobieller Wirksamkeit und vergleichbaren Bauteilen ohne diesen Zusatznutzen kalkuliert.

Gleichzeitig ermöglicht das Modell den Anwendern, ihre eigenen, lokalen Daten für einrichtungsspezifische Berechnungen einzugeben.

Anhand von Datenmeldungen über finanzielle Aufwendungen bei der Umrüstung auf Kupferbauteile mehrerer Kliniken in Großbritannien konnte gezeigt werden, dass sich eine Amortisierung in weniger als zwei Monaten realisieren lässt: den ca. 120 Euro an zusätzlichen Bau- und Materialkosten pro zu vermeidender Infektion steht eine Einsparung von rund 7.000 Euro pro vermiedenem Infektionsfall gegenüber. Zusätzlich ermittelt das Modell die verkürzten Liegezeiten und qualitätskorrigierten Lebensjahre, die sich aus der Umrüstung ergeben.

Kupfer rechnet sich doppelt!

Fünf-Jahres-Ergebnis nach Umrüstung auf Kupferbauteile

	Kupferausstattung	Ohne Kupferbauteile	Kostendifferenz
Gesamtkosten (ohne Infektionskosten)*	124.700,00 €	88.360,00 €	36.340,00 €
Anzahl der Infektionen	1.200	1.500	300
Kosten pro abgewehrte Infektion (ohne Infektionskosten)			120,00 €
Summe gewonnene qualitätskorrigierte Lebensjahre			107,40
Kosten pro qualitätskorrigiertes Lebensjahr			338,00 €
Infektionskosten*	8.551.000,00 €	10.688.830,00 €	- 2.137.830,00 €
Gesamtkosten der Installation	8.675.770,00 €	10.777.190,00 €	- 2.101.420,00 €
Kosten pro vermiedener Infektion			Dominant*

*Das sind Direktkosten des Krankenhauses (es wurden keine Hausarztkosten oder gesellschaftlichen Kosten in das Modell aufgenommen)

* Dominant bedeutet, dass antimikrobielles Kupfer sowohl die billigere als auch die effektivere Option ist

Anzahl der eingesparten Bettentage pro Jahr	360
Pro Jahr eingesparte Kosten pro Bettentag	100,00 €

Die Anzahl der eingesparten Bettentage pro Jahr beträgt 360, was auf der Intensivstation mit einer typischen Aufenthaltsdauer von 5,7 Tagen eine höhere Kapazitätsauslastung von 63 Tagen ermöglichen würde.

Amortisierung	< 2 Monate
---------------	------------

Der Modellrechner kann unter www.antimicrobialcopper.com/uk/why-antimicrobial-copper/the-business-case.aspx eingesehen und frei genutzt werden.

9. Antimikrobielle Kupferausstattung: weltweit im Einsatz zur Infektionsprävention

Nosokomiale Infektionen zählen weltweit zu den häufigsten Ursachen für Morbidität und Mortalität. In den USA, Europa und Japan treten jährlich rund sechs Millionen Krankenhausinfektionen auf. Diese stellen neben den gesundheitlichen Folgen für die Patienten eine enorme finanzielle Belastung des Gesundheitssystems dar.

Immer mehr Krankenhäuser und medizinische Einrichtungen setzen daher in der Infektionsprävention ergänzend auf die Ausstattung von Berührungsflächen mit antimikrobiellen Kupferlegierungen.

Umfangreiche Laborversuche und klinische Studien konnten belegen, dass von den zusätzlichen Hygienemaßnahmen insbesondere Patienten mit einem geschwächten Immunsystem wie Neugeborene, kritisch und chronisch Kranke, aber auch alte Menschen profitieren. Daher sind erweiterte Hygienekonzepte mit antimikrobiellen Kupferbauteilen weltweit bereits auf vielen Intensivstationen realisiert worden.

Auf allen Kontinenten im Einsatz: antimikrobielle Kupferbauteile zur Infektionsprävention

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 Südafrika | 14 Deutschland |
| 2 Australien | 15 Griechenland |
| 3 China | 16 Irland |
| 4 Indien | 17 Niederlande |
| 5 Japan | 18 Polen |
| 6 Südkorea | 19 Spanien |
| 7 Taiwan | 20 Schweiz |
| 8 Österreich | 21 Großbritannien |
| 9 Belgien | 22 Mexiko |
| 10 Bulgarien | 23 USA |
| 11 Republik Zypern | 24 Brasilien |
| 12 Finnland | 25 Chile |
| 13 Frankreich | 26 Peru |



Deutschlandweit werden antimikrobielle Kupferbauteile in Gesundheitseinrichtungen eingesetzt



10. Deutsche Gesundheitseinrichtungen rüsten um

Ob Krankenhaus, Pflegeheim oder Arztpraxis, auch in Deutschland rücken die Hotspots des Infektionsgeschehens immer stärker in das Blickfeld der Hygieniker.

Gestartet mit dem weltweit beachteten Feldversuch „Antimikrobielle Kupfer-Oberflächen“ an der Asklepios Klinik Wandsbek, breitet sich seit 2009 von Hamburg aus ein deutschlandweites Netz mit Referenzprojekten aus.

Alle Einrichtungen folgen dem erweiterten Präventionsansatz und schaffen mit der Nutzung antimikrobieller Kupferbauteile Synergieeffekte im Hygienemanagement. Vorrangig eingebaut werden Tür- und Fensterbeschläge, Lichtschalter, Handgriffe und Auflageflächen am Empfangstresen.

Schwerstkranke Kinder bedürfen eines besonderen Schutzes: Pädiatrische Intensivstation am Allgemeinen Krankenhaus Hagen, Nordrhein-Westfalen

Das Allgemeine Krankenhaus Hagen (AKH), mit 566 Betten und 20 Fachabteilungen größte Klinik der Stadt, hat im Rahmen der Sanierungsmaßnahmen seine Kinder-Intensivstation mit Kupferbauteilen ausgestattet. Dabei setzt die Klinik auf die antimikrobielle Wirkung von Kupfer zur Prävention nosokomialer Infektionen.

Neue Wege in der Infektionsprophylaxe zu beschreiten sind am AKH eine Selbstverständlichkeit. Mit Blick auf die Todesfälle bei Neonaten in deutschen Kliniken hat sich das Hagener Krankenhaus im Jahr 2012 entschieden, erste Kontaktflächen auf der Kinder-Intensivstation sowie der Milchküche mit antimikrobiellen Bauteilen auszustatten. Der Klinik ist es wichtig, frühzeitig in ergänzende Hygienemaßnahmen zu investieren und dadurch für ihre jüngsten Patienten bestmöglichen Schutz vor Verkeimung zu bieten. Krankheitsfälle wegen mangelnder Hygiene werden klar als ethisch nicht vertretbar eingestuft, da sie mit Behandlungskosten von bis zu einer Viertelmillion Euro pro Behandlungsfall ökonomisch extrem belastend seien und nicht zuletzt dem Image der gesamten Einrichtung schaden würden.

In der Kinderklinik des AKH stehen neben 60 Betten weitere acht Plätze zur intensivmedizinischen Akut- und Langzeitversorgung von Kindern aller Altersstufen zur Verfügung. Das Qualitätsmanagement für die Station liegt in der Verantwortung des Chefarztes. In Fragen der Hygiene wird das Akademische Lehrkrankenhaus durch ein unabhängiges externes Hygiene-Institut betreut.

Da die Klinik bereits seit Langem am Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System nosokomialer Infektionen für Frühgeborene auf Intensivstationen (NEO-KISS) teilnimmt, ist sie stets auf die weitere Förderung von Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität bedacht. Für die Umsetzung der Sanierungsarbeiten galt es, Quellen nosokomialer Infektionen zu identifizieren. Weil Tür- und Fenstergriffe am





häufigsten von medizinischem Personal wie auch von Besuchern berührt werden, wurden diese komplett ausgetauscht und mit Kupfer-Beschlägen versehen. Aufgrund erster positiver Erfahrungen wurden im Jahr 2013 auf der Station weitere Hotspots wie Lichtschalter und Bettengriffe aus antimikrobiellen Kupferlegierungen eingebaut.

Dass die Umrüstung auf kupferhaltige Kontaktflächen nur geringe Mehrkosten nach sich zieht, schätzt die Klinik als wichtigen Beitrag der Hersteller, denn nur so könnten zeitgemäße Hygienemaßnahmen ohne Budgetanpassung realisiert werden.

Senioren sind häufig multimorbid und besonders infektfähig: Evangelisches Geriatriezentrum Berlin

Das Evangelische Geriatriezentrum Berlin (EGZB) zählt mit rund 200 Betten im Akutkrankenhaus und der Tagesklinik zu einer der größten geriatrischen Gesundheitseinrichtungen in Deutschland. Beim Ausbau einer neuen Station Anfang 2012 wurden ausschließlich Kupfer-Türklinken eingebaut, um das Infektionsrisiko für Mitarbeiter, Patienten und Besucher nachhaltig zu senken.

Als Herausforderung galt es, gerade ältere, häufig chronisch kranke Patienten mit einem geschwächten Immunsystem vor potenziellen Erregern zu schützen. Denn die Behandlung nosokomialer Infektionen wird aufgrund steigender Antibiotika-Resistenzen zunehmend schwerer.

Da der Kampf gegen multiresistente Stämme kaum zu gewinnen ist, müssen die Strategien ständig neu überdacht werden. So entschied sich das EGZB für Kupferlegierungen als beispielhafte Innovation und Ergänzung des Standard-Hygienekonzeptes der Einrichtung. Damit folgt das Geriatriezentrum der Forderung von Experten, einen multidimensionalen Ansatz zur Infektionsprävention zu implementieren.

Junge Patienten profitieren von Hygiene-Sicherheit: Klinik für Kinder- und Jugendmedizin am Klinikum Niederrhein, Nordrhein-Westfalen

Das Klinikum Niederrhein ist ein Krankenhaus der Schwerpunktversorgung, laut Krankenhausbedarfsplan der zweithöchsten Versorgungsstufe (Stufe III). Als Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Duisburg-Essen hält die 519 Betten zählende Einrichtung seit über 30 Jahren ein umfassendes medizinisches Leistungsangebot vor. Das Klinikum versteht sich als moderner, medizinisch und wirtschaftlich erfolgreicher Gesundheitsdienstleister.

In der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin werden Frühgeborene, Säuglinge, Kleinkinder, Schulkinder und Jugendliche bis zum 18. Lebensjahr behandelt. Die Krankheitsbilder umfassen in der Abteilung für Neonatologie die Versorgung sehr kleiner Frühgeborener ab einem Geburtsgewicht von 1.250 Gramm oder ab der vollendeten 29. Schwangerschaftswoche – entsprechend einem Perinatalzentrum Level II – sowie die Versorgung kranker Neugeborener. Außerhalb der Neonatologie werden alle Akuterkrankungen des Säuglings-, des Kindes- und Jugendalters diagnostiziert und behandelt. Eine Ausnahme bildet die pädiatrische Onkologie. Die Westdeutsche Downsyndrom Ambulanz stellt ein besonderes Angebot dar.

Um die Hygiene und damit die Sicherheit der Patienten zu verbessern, entschied sich der Chefarzt der pädiatrischen Fachabteilung für die Umrüstung auf Türbeschläge aus Kupfer. Anfang 2013 erfolgte durch Finanzierung des Fördervereins der Kinderklinik der Einbau von rund 50 Garnituren. Ausschlaggebend für den Austausch der Beschläge an allen Türen der Station war die Notwendigkeit, die Keimbelastung auch an Berührungsflächen zu senken, die man über den Tag nicht ständig desinfizieren kann. Am sinnvollsten für die Prävention von Infektionen erschienen der Klinik daher Kupferinstallationen.

11. Kupferwerkstoffe: wirksam, attraktiv und gut zu bearbeiten

Es gibt eine Vielzahl verschiedener antimikrobieller Kupferlegierungen, die eine breite Palette von Farben, Formen und Oberflächen-texturen umfassen. So lassen sich mit diesen Werkstoffen hohe Wirksamkeit gegen Keime und attraktives Aussehen perfekt kombinieren. Ein harmonisches Einfügen in das bestehende oder geplante Einrichtungskonzept der Klinik ist bei Wahl der passenden Legierung fast immer möglich.

Je nach Zusammensetzung der Legierung bieten die Werkstoffe ein weites Spektrum an physikalischen und chemischen Eigenschaften. Die gute Be- und Verarbeitbarkeit der Legierungen ermöglicht so die Anwendung verschiedener Fertigungsverfahren wie die Kalt- und Warmumformung, das Zerspanen, Schweißen und Löten. Darüber hinaus Feinbearbeitungsverfahren wie Bürsten, Gleitschleifen, Glasperlenstrahlen und Vibrationsschleifen. Gleich, welches Verfahren zu Anwendung kommt: Die antimikrobiellen Eigenschaften werden hierdurch nicht beeinträchtigt.

Das breite Produktspektrum aus Stangen, Rohren und Profilen bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten der Bauteile in Form von Türdrückern, Lichtschaltern, Handläufen und Bettgestellen.

Produkte aus antimikrobiellen Kupferlegierungen müssen weder gewachst, gestrichen, lackiert, versiegelt oder anderweitig beschichtet werden. Auch wenn die Legierungen in unterschiedlichem Maße oxidieren, bleibt die antimikrobielle Wirkung jederzeit vollständig erhalten.

Ebenfalls ist Kupfer sicher in der Anwendung. Es ist nicht nur unschädlich für Mensch und Umwelt, sondern auch vollständig recycelbar. Da Kupfer von Natur aus antimikrobiell wirkt, ist keine Zugabe von Chemikalien erforderlich.

12. Gute Gründe: Einsatz von Kupfer als Hygienebaustein

Schutz für die Gesundheit

Ansteckung durch Berührung ist ein häufiger Infektionsgrund in Krankenhäusern. Der Einsatz von Kupfer auf Kontaktflächen ist eine effektive Maßnahme zur Optimierung der Hygiene und Reduzierung pathogener Keime.

Lang anhaltende Wirksamkeit

Kupfer kann eine Vielzahl an Infektionserregern zu mehr als 99,9 % innerhalb von zwei Stunden reduzieren. Die Wirksamkeit des Materials ist dauerhaft gegeben. So bleibt die antimikrobielle Wirkung auch bei routinemäßiger Reinigung erhalten, sogar bei zerkratzter Oberfläche und nach wiederholter Rekontamination.

Natürlich, ökologisch und sicher

Antimikrobielle Kupferwerkstoffe bestehen aus massiven Legierungen ohne zusätzliche Beschichtung oder chemische Zusätze. Sie sind zu 100 % recycelbar. Der natürliche Oxidationsprozess von Kupfer beeinflusst nicht die antimikrobielle Wirksamkeit.

Ausgezeichnete Wertigkeit

Kupfer hat auch aus ökonomischer Sicht einen hohen Wert. Es ist beständig und bedarf keiner besonderen Pflege. Da Kupferbauteile nicht erneuert werden müssen, besitzt der Werkstoff ein günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis. Zusätzlich werden durch die antimikrobiellen Eigenschaften das Infektionsrisiko über Kontaktflächen und die damit einhergehenden direkten und indirekten Krankheitskosten gesenkt.

Gesündere Raumluf

Mehr als die Hälfte aller gebäudebedingten Krankheitsfälle wird durch kontaminierte Heizungs- und Klimaanlage (HVAC) hervorgerufen, da durch diese Bakterien in die Raumluf gelangen. Antimikrobielle Kupferlegierungen als Komponenten der Anlagen reduzieren deutlich die Ausbreitung und Verschleppung von pathogenen Keimen, die schwere Infektionen zur Folge haben können.

Individuelle Gestaltungsmöglichkeit

Die große Auswahl an Farben, Formen und Oberflächenbehandlungen ermöglicht es, die Produkte entsprechend den Einrichtungsvorgaben frei zu gestalten. Antimikrobielle Kupferlegierungen lassen sich mechanisch verarbeiten und formen ohne ihre keimtötende Eigenschaft zu verlieren.

Offiziell zugelassene Produkte für die Gesundheit

Das Markenzeichen Cu+ bestätigt eine antimikrobiell beständige Oberfläche mit hoher Effizienz. Kupfer ist die einzige massive Oberfläche, die von der US-Regierungsbehörde EPA für seine nachweisbar antimikrobiellen Eigenschaften anerkannt ist und empfohlen wird.

Breiter Nutzen: Keimübertragung im öffentlichen Raum stoppen

Wo viele Menschen zusammenkommen, bieten antimikrobielle Kupferlegierungen einen erhöhten Gesundheitsschutz.



Bild 5: Farbvielfalt antimikrobieller Kupferlegierungen

Neben dem Einsatz im Healthcare-Bereich werden antimikrobielle Kupferwerkstoffe auch zunehmend in öffentlichen Einrichtungen wie Schulen und Kindergärten, in Restaurants, Hotels oder in öffentlichen Verkehrsmitteln eingesetzt. Denn überall dort, wo Menschen in großer Zahl aufeinandertreffen, bewähren sich die keimreduzierenden Eigenschaften von Kupfer gleichermaßen.

Weltweit gibt es zahlreiche Anwendungsbeispiele:

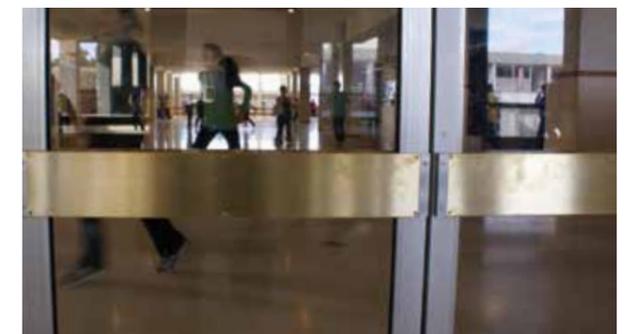
Die erste Wahl für die Einwohner von Shanghai beim Transportsystem sind Busse. Um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen, wurden **Klimaanlagen** auf die Busse montiert, die, ausgestattet mit antimikrobiellen Kupferbauteilen, dafür sorgen, dass keine Keime über das Klimatisierungssystem in den Fahrzeugen verteilt werden können.



In der neuen Metro-Station in Santiago de Chile werden die Vorteile antimikrobieller **Kupfer-Handläufe** genutzt. Die Regierung will damit mögliche Ausbreitungen von Infektionen für die geschätzten 6.500 Benutzer pro Tag reduzieren helfen. Die neue Station Santiago Bueras verwendet rund bereits 350 Meter antimikrobieller Kupfer-Handläufe und wird kurzfristig weitere 10.000 Meter Handläufe in einer antimikrobiellen Kupferlegierung einsetzen. Mindestens 30 Stationen werden in den nächsten drei Jahren mit Kupfer ausgestattet.



Die Arsakion Schule in Athen gehört zu den ältesten und renommiertesten privaten Schulen in Griechenland. An verschiedenen Standorten in Athen werden dort über 12.000 Schüler betreut. Nachdem die Schulleitung von der Wirksamkeit antimikrobieller Kupferlegierungen erfahren hat, entschied sie sich dafür, in drei der Schulgebäude entsprechende Installationen aus Kupfer (Klinken, Geländer, Handläufe) einzubauen. Einige griechische Schulen nutzen den Werkstoff sogar bereits für die **Schultische**.



Zahlreiche Restaurants und Hotels vor allem im asiatischen Raum setzen antimikrobielle Kupferwerkstoffe zum Schutz der Gäste vor ansteckenden Keimen ein. Insbesondere **Sanitärbereiche** werden mit Kupferoberflächen ausgestattet.

14. Quellenverzeichnis

Zitierte Literatur

- Walger, P., Popp, W., Exner, M. (2013): Stellungnahme der DGKH zu Prävalenz, Letalität und Präventionspotenzial nosokomialer Infektionen in Deutschland. *Hygiene und Medizin*, 38(7/8): 329-338
- World Health Organization (Hrsg.) (2011): Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide. Genf
- Tierno, P. M. (2001): *The secret life of germs*. New York
- World Health Organization (Hrsg.) (2009): WHO guidelines on hand hygiene in health care. Genf
- Casey, A. L., Adams, D., Karpanen, T. J. et al. (2010): Role of copper in reducing hospital environment contamination. *Journal of Hospital Infection*, 74(1): 72-77
- Salgado, C. D., Sepkowitz, K. A., John, J. F. et al. (2013): Copper surfaces reduce the rate of healthcare-acquired infections in the intensive care unit. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 34(5): 479-486
- Rhodes, A., Ferdinande, P., Flaatten, H. et al. (2012): The variability of critical care bed numbers in Europe. *Intensive Care Medicine*, 38(10): 1647-1653
- Edbrooke, D., Hibbert, C., Corcoran, M. (1999): Review for the NHS Executive of adult critical care services: an international perspective. Sheffield
- Kettembeil, S. (2006): Gestresste Bakterien. *Mensch + Umwelt, Informationen aus dem GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in der Helmholtz-Gemeinschaft*, 13(2) 2: 4
- Quan, X. (2009): Improving hospital hygiene through environmental design. *Hospital*, 11(2): 18-19
- Heudorf, U. (2011): Multiresistente Erreger – Was gibt es Neues? *Hessisches Ärzteblatt*, 72 (9): 544-548
- Schulze-Röbbecke, R. (2006): Isolierung infektiöser Patienten – auf die Übertragungswege kommt es an. *Krankenhaushygiene up2date*, 1(2): E1-E23
- Robert Koch-Institut (Hrsg.) (2005): Fachtagung der AG Nosokomiale Infektionen am RKI zur Intensivierung der Umsetzung von Präventionsstrategien bei MRSA. *Epidemiologisches Bulletin*, 58(5): 31-38
- Ockenfeld, K., Klassert, A. (2007): Anwendung massiver Kupferlegierungen in der Krankenhaushygiene. *Metall*, 61(11): 757-760
- Michels, H. T., Noyce, J. O., Keevil, C. W. (2009): Effects on temperature and humidity on the efficacy of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* challenged antimicrobial materials containing silver and copper. *Letters in Applied Microbiology*, 49(2): 191-195
- Santo, C. E., Taudte, N., Nies, D. H. et al. (2008): Contribution of copper ion resistance to survival of *Escherichia coli* on metallic copper surfaces *Applied and Environmental Microbiology*, 74(4): 977-986
- Mathews, S., Hans, M., Mücklich, F. et al. (2013): Contact killing of bacteria on copper is suppressed if bacterial-metal contact is prevented and is induced on iron by copper ions. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(8): 2605-2611
- Mehtar, S., Wiid, I., Todorov, S. D. (2008): The antimicrobial activity of copper and copper alloys against nosocomial pathogens and *Mycobacterium tuberculosis* isolated from healthcare facilities in the Western Cape: an invitro study. *Journal of Hospital Infection*, 68(1): 45-51
- Espirito Santo, C., Morais, P. V., Grass, G. (2010): Isolation and characterization of bacteria resistant to metallic copper surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(5): 1341-1348
- Weaver, L., Michels, H. T., Keevil, C. W. (2010): Potential for preventing spread of fungi in air-conditioning systems constructed using copper instead of aluminium. *Letters in Applied Microbiology*, 50(1): 18-23
- Weaver, L., Michels, H. T., Keevil, C. W. (2008): Survival of *Clostridium difficile* on copper and steel: futuristic options for hospital hygiene. *Journal of Hospital Infection*, 68(2): 145-151
- Wheeldon, L. J., Worthington, T., Lambert, P. A. et al. (2008): Antimicrobial efficacy of copper surfaces against spores and vegetative cells of *Clostridium difficile*: the germination theory. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 62(3): 522-525
- Faundez, G., Troncoso, M., Navarrete, P. et al. (2004): Antimicrobial activity of copper surfaces against suspensions of *Salmonella enterica* and *Campylobacter jejuni*. *BMC Microbiology*, 4: 19
- Warnes, S. L., Green, S. M., Michels, H. T. et al. (2010): Biocidal efficacy of copper alloys against pathogenic enterococci involves degradation of genomic and plasmid DNA. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(16): 5390-5401
- Noyce, J. O., Michels, H., Keevil, C. W. (2006): Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the healthcare environment. *Journal of Hospital Infection*, 63(3): 289-297
- Molteni, C., Abicht, H. K., Solioz, M. (2010): Killing of bacteria by copper surfaces involves dissolved copper. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(12): 4099-4101
- Wilks, S. A., Michels, H., Keevil, C. W. (2005): The survival of *Escherichia coli* O157 on a range of metal surfaces. *International Journal of Food Microbiology*, 105(3): 445-454
- Noyce, J. O., Michels, H., Keevil, C. W. (2006): Use of copper cast alloys to control *Escherichia coli* O157 cross-contamination during food processing. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(6): 4239-4244
- Noyce, J. O., Michels, H., Keevil, C. W. (2007): Inactivation of influenza A virus on copper versus stainless steel surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(8): 2748-2750
- Wilks, S. A., Michels, H. T., Keevil, C. W. (2006): Survival of *Listeria monocytogenes* Scott A on metal surfaces: implications for cross-contamination. *International Journal of Food Microbiology*, 111(2): 93-98
- Elguindi, J., Wagner, J., Rensing, C. (2009): Genes involved in copper resistance influence survival of *Pseudomonas aeruginosa* on copper surfaces. *Journal of Applied Microbiology*, 106(5): 1448-1455
- Quaranta, D., Krans, T., Santo, C. E. et al. (2011): Mechanisms of contact-mediated killing of yeast cells on dry metallic copper surfaces. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(2): 416-426
- Kuhn, P. J. (1983): Doorknobs: a source of nosocomial infection? *Diagnostic Medicine*, 6(6): 62-63
- Mikolay, A., Huggett, S., Tikana, L. et al. (2010): Survival of bacteria on metallic copper surfaces in a hospital trial. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87(5): 1875-1879
- Casey, A. L., Adams, D., Karpanen, T. J. et al. (2010): Role of copper in reducing hospital environment contamination. *Journal of Hospital Infection*, 74(1): 72-77
- Schmidt, M., Attaway Iii, H.H., Fairey, S.E. et al. (2013): Copper continuously limits the concentration of bacteria resident on bed rails within the intensive care unit. *Infection Control and Hospital Epidemiology (ICHE)*, 34(5): 530-533
- Salgado, C. D., Morgan, A., Sepkowitz, K. A. et al. (2010): A pilot study to determine the effectiveness of copper in reducing the microbial burden (MB) of objects in rooms of intensive care unit (ICU) patients. Poster 183, Präsentation am 29.03.2010 beim 5th Decennial International Conference on Healthcare-Associated Infections, Atlanta
- Prado, V., Durán, C., Cresto, M. et al. (2010): Effectiveness of copper contact surfaces in reducing the microbial burden (MB) in the intensive care unit (ICU) of Hospital del Cobre, Calama, Chile. Poster 56.044, Präsentation am 11.03.2010 bei der 14th International Conference on Infectious Diseases, Miami

Internet-Quellen

International Copper Association
www.antimicrobialcopper.com

Arbeitskreis Krankenhaus- und Praxishygiene der AWMF
www.awmf.org/die-awmf/arbeitskreise/ak-krankenhaus-praxishygiene.html

Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM)
www.dghm.org

Deutsche Gesellschaft für Infektiologie (DGI)
www.dgi-net.de

Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH)
www.dgkh.de

Robert Koch-Institut (RKI)
www.rki.de

Verbund für Angewandte Hygiene (VAH)
www.vah-online.de

European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)
www.ecdc.europa.eu

Deutsches Kupferinstitut
Berufsverband e. V.
Am Bonnhof 5
40474 Düsseldorf
Deutschland

Telefon 0211 4796-300
Telefax 0211 4796-310

info@copperalliance.de
www.copperalliance.de
www.kupferinstitut.de
www.antimicrobialcopper.org



Deutsches
Kupferinstitut
Copper Alliance