

Bauliche Hygiene in Kindergärten - Antibakterielle Materialien zur Vorbeugung von Erkrankungen

Paula Zehrer

Kitas als Brutstätten für Bakterien

Laut Statistiken des Robert-Koch-Instituts sind Kleinkinder neben Säuglingen und älteren Menschen besonders oft von Infektionen betroffen. Gründe hierfür sind die fehlende oder unvollständige Immunität und die häufige Exposition, vor allem durch Krabbelgruppen und Kindergärten. Das Immunsystem der Kinder reift langsam und benötigt Zeit, um zu lernen, sich gegen Krankheitserreger zu wehren.

Bakterien

Bakterien gehören zu den Mikroorganismen. Sie sind Prokaryoten, also Einzeller und haben eine einfache zelluläre Organisation. Statt eines Zellkernes besitzen Bakterien ein Kernäquivalent, auch Nukleoid genannt. Bakterien vermehren sich durch eine Zweiteilung ihrer Zellen. Unter idealen Bedingungen steigt die Vermehrung exponentiell. Es gibt eine große Vielfalt an Bakterien. Sie unterscheiden sich unter anderem

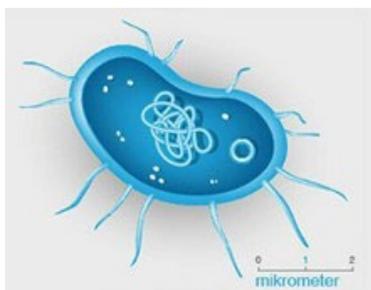


Abb. 1: Bakterienzelle (Quelle: BZgA, www.infektionsschutz.de)

in ihrer Form: kugelförmige Bakterien (Kokken), stäbchenförmige Bakterien (Bazillen) und spiral- oder schraubenförmige Bakterien (Spirillen).

Im menschlichen Körper kommen viele verschiedene Bakterien vor, vor allem in unserer Haut- und Darmflora. Sie sind unverzichtbar für den menschlichen Körper, da sie wichtige Aufgaben wie die Zersetzung von Nahrung im Verdauungsprozess übernehmen. Bakterien können jedoch auch bakterielle Erkrankungen auslösen, wenn beispielsweise die Schleimhäute des Menschen beschädigt sind. Dann dringen sie in das Gewebe ein und können zum Beispiel die Nasennebenhöhlen, das Mittelohr oder die Lunge infizieren.

Bakterielle Infektionen

Als bakterielle Infektionskrankheiten werden alle Krankheiten bezeichnet, die von Bakterien ausgelöst werden.

Bakterien kommen unter anderem in der Luft, auf Gegenständen, im Wasser und in Lebensmitteln vor. Über die Haut, Atemwege, Harnröhre oder den Konsum von verunreinigten Lebensmitteln oder Getränken dringen die Bakterien in den Körper ein und besiedeln dann die inneren Organe, Gewebe und Strukturen. Dies führt zu Entzündungen und verschiedenen Symptomen wie Husten, Übelkeit, Erbrechen und Fieber. Bei

Kindern sind die häufigsten bakteriellen Infektionen Ohren- und Racheninfektionen (Streptokokkeninfektionen). Durch Maßnahmen wie Impfungen kann einigen bakteriellen Infektionen bzw. schweren Verläufen vorgebeugt werden.

Biofilme

Bakterien müssen sich gegen verschiedene äußere Einflüsse behaupten. Hierzu können sie sich unspezifisch an unterschiedlichen Materialien anheften, wie Rohrleitungen, Implantate oder spezielles Gewebe. Wenn sich Bakterien an Oberflächen festsetzen, können innerhalb weniger Stunden Biofilme entstehen. Das sind mikrobielle Lebensgemeinschaften, die sich meist aus vielen Populationen zusammensetzen. Die Bakterien sondern nach der Anheftung eine Substanz ab, welche sich mit den Bakterien verbindet und eine klebrige Schicht, den Biofilm, bildet. Diese dicke Schleimschicht erhöht die Resistenz der Bakterien, z.B. gegen Antibiotika und Desinfektionsmittel. Für den Menschen können Biofilmbildungen gesundheitliche Risiken bergen, wenn sich Bakterien beispielsweise an der Darmwand oder an einem Implantat im Körper festsetzen. Diese Bakterien sind meist Krankheitserreger, die dann in das Gewebe eindringen und zu Entzündungen führen können.

Hygiene

Hygiene umfasst die Erfassung, Beurteilung und Vermeidung schädlicher Einflüsse (z.B. Bakterien) auf den Menschen. Auch die Lehre von der Gesunderhaltung spielt hier eine wichtige Rolle, gerade bei Kindern und ihren Betreuern. Hygiene beinhaltet die Bereiche Körperhygiene (individuelle Hygienemaßnahmen, z.B. Händewaschen), Infektionsschutz (Maßnahmen zur Reduzierung der Übertragung von Krankheiten) und Desinfektion (Abtöten von Krankheitserregern).

Der Öffentliche Gesundheitsdienst hat nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) die Aufgabe, die Öffentlichkeit über Gefahren übertragbarer Krankheiten aufzuklären und Gemeinschaftseinrichtungen hinsichtlich der Hygiene zu überwachen.

Nach dem Infektionsschutzgesetz ist die Erstellung eines Hygieneplans für Kindergärten und Kindertagesstätten verpflichtend. Ziel ist es, das Infektionsrisiko zu reduzieren und die Verbreitung von Kinderkrankheiten und Infekten zu verhindern.

Desinfektionsmittel

Bei der hygienischen Händedesinfektion sollen Krankheitserreger auf den Händen abgetötet werden, um damit die Übertragung von Krankheitskeimen zu verhindern. Ein Großteil der Desinfektionsmittel wirkt auf Alkoholbasis. Krankheitserreger können je nach Oberfläche unterschiedlich lange überleben und über die Hände an

andere Orte transportiert werden. Daher können als zusätzliche Maßnahme Oberflächen desinfiziert werden, um auch hier Mikroorganismen wie Bakterien abzutöten und eine Biofilmbildung zu vermeiden.

Antibakterielle Materialien

Um die Hygiene und die damit verbundene Prävention von Infektionen sowie die Sicherheit der Kinder zu gewährleisten, müssen in Kindertagesstätten bestimmte Ansprüche an die Materialien gestellt werden. Diese technischen Anforderungen beziehen sich auf die Oberflächen, die in direktem oder indirektem Kontakt mit dem Nutzer stehen. Hierbei sind vor allem Boden- und Wandbeläge relevant.

Wenn sich Biofilme erst einmal an einer Oberfläche festgesetzt haben, sind diese sehr schwer zu entfernen. Deswegen sollte bestenfalls bereits die Bildung von Biofilmen durch antimikrobielle Oberflächen verhindert werden. Dazu ist die Abstoßung oder Abtötung von sich nähernden Zellen nötig.

Antimikrobielle Oberflächen

Als antimikrobiell werden Oberflächen bezeichnet, die das Wachstum und die Vermehrung von Mikroorganismen verhindern. Antibakteriell bezieht sich direkt auf bestimmte Mikroorganismen, die Bakterien.

Antimikrobielle Oberflächen

werden in der Regel durch die Imprägnierung von Materialien mit Bioziden hergestellt. Die Biozide werden an die Umgebung abgegeben, wodurch die Mikroorganismen abgetötet werden. Die Biozide können jedoch potenziell gefährlich für die Umwelt und den Menschen sein und beispielsweise allergische Reaktionen auslösen oder die gesunde Bakterienflora des Menschen beeinträchtigen.

Unterschieden wird bei antimikrobiellen Oberflächen nach ihrem Wirkmechanismus in aktive und passive Materialien. Aktiv wirkende Materialien setzen im Gegensatz zu den passiven Materialien Wirkstoffe frei oder sind kontaktaktiv. Hierbei ist der Oberflächenaufbau ausschlaggebend.

Antimikrobielle Polymere

Polymere sind Monomere, also hochmolekulare chemische Verbindungen aus wiederholten Einheiten. Polymere können nach ihrer Herkunft klassifiziert werden in synthetische Polymere, natürliche Polymere (z.B. Cellulose oder Protein) und modifizierte natürliche Polymere (chemisch veränderte, natürliche Polymere).

Antimikrobielle Polymere sind chemische Verbindungen, welche gegen Mikroben wirksam sind und eine Alternative zu herkömmlichen Bioziden darstellen. Sie können an Oberflächen gebunden werden ohne den Verlust ihrer biologischen Aktivität. Dadurch können Oberflächen entwickelt werden, welche Mikroorganismen abtöten, ohne dabei gesundheits-schädliche Biozide freizusetzen.

Die Anzahl der zugelassenen Polymere hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Sie dienen als Alternative zu umweltkritischen Desinfektionsmitteln und können vereinzelt sogar als Antibiotika eingesetzt werden.

Techniken zur Herstellung oberflächengebundener Polymere

Zum Anbinden antimikrobieller Polymere an die Oberfläche gibt es verschiedene Verfahren.

Einerseits wurden einige chemische Techniken entwickelt, mit denen die Polymere an den Oberflächen angebracht werden können. Diese chemischen Veredelungen sind jedoch sehr aufwendig und teuer. Alternativ dazu können durch die Einarbeitung von polymeren Additiven für Polyurethan und Acrylatbeschichtungen oberflächengebundene, nicht ablösbare Polymere gebildet werden. Während der Herstellung können diese an die Oberfläche der Beschichtung gelangen. Dadurch lassen sich antimikrobielle, kontaktaktive Materialien herstellen. Außerdem können antimikrobielle Hydrogele, die an der Oberfläche angelagert werden oder lackartige Beschichtungen, welche aus wässrigen Suspensionen gewonnen werden, verwendet werden.

Antimikrobielle Oberflächen durch Anlagerung von antimikrobiellen Polymeren

Um den optimalen Schutz vor schwer zu entfernenden Biofilmen zu gewährleisten, sollte ihre Bildung durch antimikrobielle

Oberflächen von vornherein verhindert werden. Voraussetzung dafür ist, dass das Material die Anheftung der Mikrobzellen aus der Umgebung verhindert, indem diese entweder abgestoßen oder abgetötet werden.

Zur Abtötung von Mikroorganismen gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder können Mikroben durch die Freisetzung eines Biozids aus einer Matrix erreicht werden, welche bereits eingebettet ist oder aktiv gebildet wird. Eine andere Möglichkeit ist das Anbinden antimikrobieller Polymere. Dadurch werden die Oberflächen kontaktaktiv antimikrobiell gemacht. Durch eine Hydrogelbeschichtung kann eine Abstoßung der Mikroorganismen erreicht werden.

Hydrogele

Hydrogele sind wasserenthaltende, aber wasserunlösliche Polymere. Durch stark negativ geladene Polymere oder ultrahydrophobe Modifikation werden die Mikroben abgestoßen und es entstehen antimikrobielle Oberflächen.

In Forschungen des Fraunhofer IGB wurden Hydrogele als natür-

liche, anti-mikrobielle Beschichtungen von Materialoberflächen entwickelt. In Wasser quellen Polymere aufgrund ihrer hydrophilen Polymerkomponente auf und bilden mit einer hohen Volumenzunahme ein Gel. Um aktiv gegen Bakterien und Biofilme vorzugehen, können verschiedene natürliche, anti-mikrobielle Wirkstoffe eingesetzt werden (z.B. LL-37, ein humanes antimikrobielles Peptid). Zur Herstellung antibakterieller Oberflächen ist die Einbettung aktiver Biomoleküle in eine polymere Matrix als Beschichtung eines Bauteils möglich.

Um nun eine Materialoberfläche mit einem antimikrobiellen Wirkstoff auszurüsten, wird ein photovernetzbares Hydrogel auf die Materialoberfläche aufgetragen. Das Gel besteht aus einem der oben genannten Wirkstoffe, welcher gemeinsam mit Additiven in eine wässrige Polymerlösung gegeben wird. Durch eine dreisekündige UV-Bestrahlung wird das Gel getrocknet und die polymere Matrix wird aufgebaut. Dabei vernetzen sich die Polymerketten, der Wirkstoff wird in das Hydrogel eingebettet und es entsteht eine beschichtete Materialoberfläche.



Abb. 2: Ausrüstung einer Materialoberfläche mit Hydrogel und antimikrobiellem Wirkstoff (Quelle: www.igb.fraunhofer.de)

In einer Untersuchung mit den Bakterien *E. coli*, *P. aeruginosa* und *P. pseudoalcaligenes* zeigte sich eine statisch signifikante Reduzierung der metabolischen Aktivität der Bakterienzellen verglichen zum Referenz-Biofilm.

Polymere in antibakteriellen Stoffen

Gerade Textilien sind in engem Kontakt mit dem Menschen und dadurch auch mit Bakterien. Sie bieten einen idealen Nährboden für Bakterien, da diese sich auch auf unbelebten Oberflächen festsetzen und vermehren können.

Wenn während der Verarbeitung von Polymeren antimikrobielle Zusatzstoffe in das Polymer eingemischt werden, können dadurch antibakterielle Fasern entstehen. Die antimikrobiellen Zusätze in den Fasern können das Wachstum von Mikroorganismen hemmen oder sie sogar abtöten. Daraus lassen sich antimikrobielle Gewebe herstellen, mit denen man beispielsweise Sitzflächen beziehen kann. Diese sind aufgrund der Materialien auch wasser- und abriebfest und daher besonders strapazierbar.

Antibakterielle Wirkung von Holz

Das Überleben von Bakterien hängt bei Holz unter anderem von der Holzart und -feuchte, der Bakteriendichte, der Spezies sowie der Temperatur ab. Laut Studien zeigen vor allem Kiefern- und Eichenholz eine antibakterielle Wirkung. Die natürlichen Rohstoffe können durch ihre Hygroskopizität (Fähigkeit, Wasser an

sich zu binden) und ihre holzeigenen Wirkstoffe Bakterien abtöten und sich selbst regenerieren.

Zur Überprüfung der antibakteriellen Oberflächen gibt es bestimmte Verfahren. Es wird in trockene und feuchte Überprüfungsmethoden unterschieden.

Bei den feuchten Verfahren erfolgen Testungen in feuchtem Milieu (ca. 90% Luftfeuchtigkeit) und bei relativ hohen Temperaturen. Die trockene Methode im Gegensatz simuliert reale Bedingungen und ist daher eher praxisnah. Dabei werden Bakterien suspendiert (in einer Flüssigkeit gleichmäßig verteilt) und auf eine Oberfläche aufgetragen. Durch das Verdunsten der Flüssigkeit stehen die Bakterien dann in direktem Kontakt mit der Oberfläche und könnten beispielsweise durch eine Berührung mit der Hand auf den Menschen übertragen werden.

Zur standardisierten Untersuchung von antimikrobiellen Oberflächen dient die Abklatschuntersuchung. Dabei werden sterile Nährböden an die untersuchten Oberflächen gedrückt. Somit übertragen sich die auf den Testflächen befindenden Mikroorganismen auf die Nährböden.

Bei einem Testversuch wurden die Oberflächen mit dem Bakterium *Staphylococcus aureus* kontaminiert. Verglichen wurden hier eine Probe ohne antimikrobielle Substanz (V0, links) und zwei Holzproben (V7 und V8) jeweils nach zehn Minuten, einer und drei Stunden.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Holzproben eine antimikrobielle Wirksamkeit zeigen, da hier das Wachstum der Bakterien deutlich geringer ist als bei der Kontrollprobe V0.

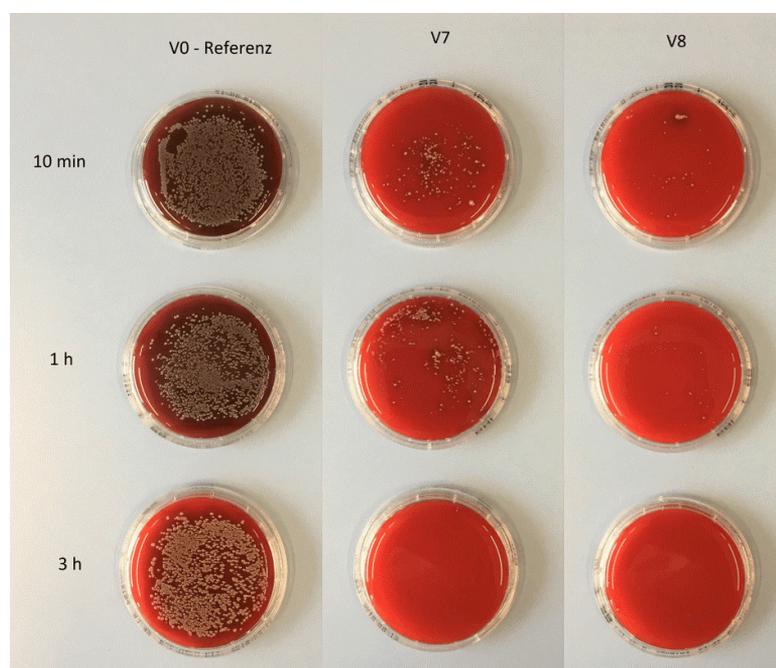


Abb. 3: Ergebnisse der Abklatschuntersuchung mit dem Bakterium *Staphylococcus aureus* (Quelle: Karl Pichler, www.karlpichler.it)

Antibakterielle Metalle

Auch Metalle haben in Untersuchungen antibakterielle Wirkungen gezeigt. Daher werden beispielsweise auch Implantate mit Metall beschichtet, wodurch bakterielle Infektionen verhindert werden sollen. Durch Korrosion gibt Kupfer positiv geladene Ionen ab. Sobald Bakterien mit einer unbeschichteten Kupferplatte in Berührung kommen, werden diese innerhalb von wenigen Stunden abgetötet. In direktem Kontakt mit einer Kupferfläche wird zunächst die Zellhülle der Bakterienzelle angegriffen, damit die Kupferionen anschließend die Zelle komplett zerstören können.

Um in der Praxis einen Nutzen von der antibakteriellen Wirkung von Kupfer zu haben, können Oberflächen durch eine Flüssigmetallbeschichtung mit Kupfer beschichtet werden. Diese kann auf alle lackierfähigen Oberflächen aufgebracht werden, wie Handläufe, Türklinken und Lichtschalter. In einem Feldversuch der Asklepios Klinik Wandsbek wurden die Lichtschalter und Türgriffe von zwei Krankenhausstationen mit Kupferlegierungen ausgestattet. Nach mehreren Monaten sank die Anzahl an antibiotika-resistenten Bakterien nachweislich um ein Drittel.

Silber wird ebenfalls eine antibakterielle Wirkung nachgesagt. Auch hier spielen die Ionen eine wichtige Rolle. Kleinere Partikel geben mehr Ionen ab, daher ist Nanosilber, also Silber in sehr kleinen Partikeln, am wirksamsten. Der Vorteil ist, dass diese

in dünne Fasern eingearbeitet werden können, wie zum Beispiel Mikrofaser-Reinigungstücher. Die Silber-Ionen verringern die Anheftung der Bakterien. Außerdem werden zelluläre Enzyme blockiert, was den Stoffwechsel und damit die Aktivität der Bakterienzellen stört. Ergänzend dazu wird die Zellmembran zerstört und das Zellinnere geschädigt, was die DNA-Replikation verhindert. Nanosilber kann in Form von Pulverbeschichtungen und Lacken ebenfalls auf Oberflächen aufgetragen werden und beispielsweise als Leichtbauwerkstoff in der Lebensmittelbranche von Nutzen sein.

Antibakterielle Wirkung von Naturstein

Der Begriff Naturstein umfasst alle in der Natur vorkommenden Steine. Einige von ihnen zeigen eine antibakterielle Wirkung.

Der Silberquarzit, ein Naturstein aus Südtirol, wirkt aufgrund seines hohen Kieselsäureanteiles antibakteriell. Außerdem wird die Ansiedlung von Mikroorganismen durch seine hohe Festigkeit und Dichte, sowie seine Glimmerschichten verhindert. Daher ist der Silberquarzit besonders für die hygienische Verwendung im Nassbereich geeignet.

Inspiziert von der Wirkung von Silber wurden Möglichkeiten entwickelt, auch anderen Materialien antibakterielle Eigenschaften zu verleihen. Durch die Einbindung von antimikrobiellem Zink in die Oberfläche können beispielsweise auch Keramik-Fliesen und ähn-

liche Materialien antimikrobiell wirken.

Einfluss der Oberflächeneigenschaften

Umso länger ein Krankheitserreger auf einer Fläche überlebt, desto höher ist auch das Infektionsrisiko. Die Persistenz hängt von den Umweltbedingungen wie Luftfeuchtigkeit und den Mikroorganismen selbst ab. Auch die Oberflächenbeschaffenheit spielt bei der Überlebensdauer der Mikroben eine wichtige Rolle.

In einem Versuch des Fraunhofer Instituts wurde der Einfluss der Oberflächeneigenschaften auf die Persistenz von Mikroorganismen untersucht. Dazu wurde die Überlebensdauer des Bakteriums *Staphylococcus aureus* auf den Oberflächen Edelstahl und PVC untersucht. Hier wurden jeweils verschiedene Oberflächentypen gewählt, welche sich vor allem in ihrer Rauheit unterscheiden. Vor der Kontamination wurden beide Oberflächen gereinigt und sterilisiert. Für die Kontamination wurde die zuvor vorbereitete Keimsuspension mit sterilen Schwammtüchern auf die Oberseite der Probekörper aufgebracht. Es wurden jeweils die Ausgangskeimzahl und die Keimzahl nach dem Trocknen (nach drei Stunden) dokumentiert. Außerdem wurden nach 24, 48 und 72 Stunden Proben genommen und die Keimzahl bestimmt.

Die Ergebnisse bestätigen, dass die Rauheit der Oberfläche bei

PVC einen großen Einfluss auf die Persistenz von Mikroorganismen hat. Je rauer das Material, umso geringer die Persistenz. Auch die Zeit beeinflusst das Überleben. Je länger die Mikroorganismen auf einer unbelebten Oberfläche sind, umso weniger von ihnen überleben. Bei Edelstahl verringert sich die Persistenz mit zunehmender Rauheit und Zeit ebenfalls.

In einem weiteren Versuch wurde der Einfluss der Oberflächeneigenschaften von Polymeren und Metallen auf die Reinigbarkeit untersucht. Dabei erwies sich Rauheit als nachteilig und das Reinigungsergebnis wurde mit zunehmender Rauheit immer schlechter. Auch Fugen und andere Materialübergänge erschwerten die Reinigung.

Weitere Anforderungen an die Materialien in Kindertagesstätten

Neben antibakteriellen Eigenschaften gibt es in Kindertagesstätten noch weitere Anforderungen an die Materialien: Langlebigkeit, Reinigungsfreundlichkeit (möglichst geringer Reinigungsaufwand) und Rutschfestigkeit (Gewährleistung der Trittsicherheit und Minimierung eines Verletzungsrisikos). Bei der Wahl von reinigungsfreundlichen Materialien sind die Fugendichte und der Verschleißwiderstand zu beachten. Auch Desinfektionsmittel- und Scheuerbeständigkeit sowie Flüssigkeitsdichte sind hier relevant.

Gesetzgebung

Bei dem Bau von Kindertagesstätten sind bestimmte Richtlinien und Vorgaben zu beachten. Dabei gibt es allgemeine Richtlinien für die Planung, bei denen die Sicherheit und die Gesundheit der Kinder an erster Stelle steht.

In Bezug auf Hygiene sind das Baugesetzbuch, die Landesbauordnung, die Ausführungsverordnung, die Unfallverhütungsvorschriften sowie weitere Verordnungen und Richtlinien zu beachten. Daraus geht hervor, dass durch die Verwendung geeigneter Materialien die Gesundheit der Kinder geschützt werden soll. Außerdem sollen die Materialien emissionsarm und ungiftig sein. Abgesehen von den allgemein gültigen Richtlinien sind die Kindertagesstätten-Gesetze von dem Bundesland abhängig. Es unterscheiden sich beispielsweise die Anforderungen an die bauliche Gestaltung.

Fazit

Bei der Erforschung antibakterieller Oberflächen und Materialien hat sich in den letzten Jahren viel getan. Besonders Kinder sollten durch antimikrobielle Materialien vor Krankheitserregern wie Bakterien geschützt werden.

Für die Möblierung sowie Kletter- und Spielmöglichkeiten sind Kiefern- und Eichenholz aufgrund antimikrobieller Eigenschaften von Vorteil. Ergänzt werden kann dies beispielsweise durch Stoffe

aus antimikrobiellen Geweben. Kupferlegierungen sind für Türklinken, Griffe und Lichtschalter zu empfehlen, um Bakterien auf diesen Oberflächen abzutöten und eine Übertragung von Infektionen zu verhindern. Fliesen im WC und in der Küche sollten möglichst reinigungsfreundlich sein und eine geringe Fugendichte besitzen. Hier sind beispielsweise antimikrobielle Keramik-Fliesen zu empfehlen.

Trotz all der Vorkehrungen sollte den Kindern jedoch die Angst vor Infektionen genommen und auf eine übermäßige Hygiene verzichtet werden. Denn das Immunsystem der Kinder muss sich noch entwickeln und benötigt dazu die Möglichkeit, sich mit harmlosen Keimen auseinanderzusetzen.

Literatur

Drews, Gerhard (2015): Bakterien – ihre Entdeckung und Bedeutung für Natur und Mensch, Heidelberg: Springer Spektrum

Bush, Larry (2022): Übersicht über Bakterien, Florida: Charles Schmidt College of Medicine

Landeszentrum Gesundheit NRW (2022): Rahmen-Hygieneplan für Kinder- und Jugendeinrichtungen, Bochum: Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen

Meuser, Natacha (2020): Handbuch und Planungshilfe – Krippen, Kitas und Kindergärten, Berlin: DOM publishers

Siedenbiedel, Felix und Tiller, Jeorg (2012): *Antimicrobial Polymers in Solution and on Surfaces: Overview and Functional Principles*, Online-Zeitschrift „Polymers“: www.mdpi.com/journal/polymers

Dr. Müller, Michaela: *Antimikrobielle Oberflächen durch Einsatz natürlicher Wirkstoffe*, Online-Artikel: Fraunhofer-Institut www.ibg.fraunhofer.de

Prof. Dr. Lass-Flörl, Cornelia: *Antibakterielle Oberflächen*, Online-Artikel: Karl Pichler www.karlpichler.it

Prof. Dr. Mücklich, Frank (2013): *Warum sterben Bakterien auf Kupferoberflächen?*, Pressemitteilung: Universität des Saarlandes

Lamilux (2023): *Antibakterielle Wirkweise von Nanosilber*, Online-Artikel: www.lamilux.de

U-LONG: *High Tech Textilien Antibakterieller Stoff*, Online-Artikel: www.u-long.com

Spohr, Michael (2021): *Antibakterielle Wirkung von Naturstein*, München: STEIN, Ausgabe 04/21

Fraunhofer Institut (2017): *Forschungsinitiative Zukunft BAU, Bauliche Hygiene im Krankenhaus*, Fraunhofer IRB Verlag

Beilhammer, Marius (2021): *Kindergarten bauen: Richtlinien 2021*, Online-Artikel: www.architektur-welt.de

Zum Autor: Paula Zehrer, Studium Innenarchitektur an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Kontakt: Paula.zehrer@stud.th-owl.de



F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde
Bauhaus-Universität Weimar

13. - 15. SEPTEMBER 2023
IN WEIMAR

Internationale Baustofftagung in Weimar

Tagungsschwerpunkte

Hier finden Sie die Gesamtübersicht der Tagungsschwerpunkte.

- 1 Anorganische Bindemittel
- 2 Betone und Betondauerhaftigkeit
- 3 Funktionalisierung von Baustoffen
- 4 Baustoffe für Wand, Decke und Boden
- 5 Recycling

Rahmenprogramm

- 13.09.2023 | 19:30 Uhr: Willkommensdinner
14.09.2023 | 19:30 Uhr: Get-Together im Kassturm
15.09.2023 | 15:30 Uhr: Stadtführungen

Organisation

[Bauhaus Weiterbildungsakademie Weimar](http://Bauhaus>Weiterbildungsakademie>Weimar)
e.V.

Carolin Rollnik

Telefon: +49 (0) 3643 / 58 42 29

[tagung\[at\]wba-weimar.de](mailto:tagung[at]wba-weimar.de)