

Schlüsselwörter

Desinfektion
Biozidprodukte
Biozidzulassung
Desinfektionsmittel
Häusliches Umfeld
Haushalt
Resistenz

Keywords

Disinfection
Biocidal products
Biocidal product authorisation
Disinfectants
Domestic area
Resistance

*Korrespondierende Autorin

Dr. Christina Pieper
Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8–10
10589 Berlin
E-Mail: christina.pieper@bfr.bund.de

Christina Pieper^{1*}, Ingeborg Schwebke², Ingrid Noeh³,
Katharina Uhlenbrock⁴, Nils-Olaf Hübner², Roland Solecki¹

1 Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

2 Robert Koch-Institut, Berlin

3 Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

4 Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

Antimikrobielle Produkte im Haushalt – eine Betrachtung zu Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt sowie zum Nutzen für den Anwender

Antimicrobial products in the domestic area – a consideration of the effects on human health and the environment as well as on the benefit for consumers

Zusammenfassung

Desinfektionsmittel für Oberflächen und Wäsche, auch für den häuslichen Gebrauch, zählen zu den Biozidprodukten und unterliegen damit der Biozid-Gesetzgebung. Gegenwärtig am Markt verfügbare Produkte sind weder behördlich bewertet noch zugelassen, sondern lediglich bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin gemeldet, da die Prüfung der enthaltenen Wirkstoffe im Rahmen des europäischen Bewertungsverfahrens bezüglich ihrer toxikologischen und umwelttoxikologischen Eigenschaften sowie hinsichtlich ihrer Wirksamkeit noch nicht abgeschlossen ist. Aufgrund von Übergangsregelungen dürfen diese Biozidprodukte derzeit zulassungsfrei auf dem Markt verbleiben. Folglich werden für die Auslobung der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln, eingeschlossen Produkte für den Haushalt, im Rahmen des Zulassungsverfahrens derzeit noch keine spezifischen Nachweise gefordert. Ebenso liegen bis zur Zulassung Angaben, z. B. auf dem Etikett, zu toxikologisch oder umweltrelevanten Auswirkungen im Ermessen des Herstellers bzw. Vertreibers. Der Nutzen von Desinfektionsmitteln für den Haushalt ist gegenwärtig nicht belegbar. Nicht auszu-

schließen sind dagegen Risiken für den Anwender, für unbeteiligte Personen, für die Umwelt und bezüglich einer möglichen Resistenzbildung bei unsachgemäßer Anwendung. Diese Risiken werden erst durch die im Zulassungsverfahren angelegten Bewertungsmaßstäbe verringert werden. Liegen keine medizinischen Indikationen für die Anwendung von Desinfektionsmitteln vor, vermeidet man Risiken, indem einfache mechanische Reinigungsverfahren zum Einsatz kommen. Gesundheitliche Risiken durch Mikroorganismen sind in einem regelmäßig gereinigten Haushalt nicht zu befürchten, vorausgesetzt die Grundregeln der Hygiene werden beachtet.
HygMed 2014; 39 [3]: 68–76

Summary

Disinfectants for surfaces and clothes, including those for private domestic use, are considered biocidal products and are within the scope of the biocidal products regulatory framework. Due to the ongoing assessment of toxicological and environmental properties as well as of the efficacy of biocidal active substances at EU level, the disinfectants currently available on the market

have neither been evaluated nor nationally authorised as biocidal products up to now. They are, however, notified at the Federal Institute for Occupational Safety and Health. Due to transitional provisions these biocidal products can currently be marketed without authorisation. Hence, disinfectants including products for domestic use do not yet require specific evidence for their efficacy claims within the framework of biocidal product authorisation. In addition, until authorisation it is at the discretion of the manufacturer or the distributor to provide information on toxicological or environmental effects on the label. The benefit of the use of disinfectant biocidal products in domestic areas has so far not been proven. On the other hand, it must be assumed that the inappropriate use of non-approved disinfectants in domestic areas might result in risks for operators, bystanders like children and the environment as well as possible resistance development. These risks will be minimised during the evaluation that takes place when these products are authorised. If there is no medical indication for the use of disinfectants, risks for the user, for third persons or the environment can be avoided by using simple mechanical cleaning procedures. Health risks from microorganisms are highly unlikely in households that are regularly cleaned using basic hygiene rules.

Hintergrund und Einleitung

Die Bedeutung der Hygiene für die Vermeidung von Infektionskrankheiten wurde mit Beginn der mikrobiologischen Forschung Ende des 19. Jahrhunderts wissenschaftlich nachgewiesen. Der Zugang zu sicherem Trinkwasser und die Verfügbarkeit von sanitären Einrichtungen, die Möglichkeiten zur Aufbereitung von Wäsche und Gegenständen des täglichen Bedarfs sowie des hygienischen Zubereitens und Lagerns (z. B. Kühlung) von Lebensmitteln sind wesentliche Teile dieser Entwicklung. Die Reinigung und Reinhaltung des eigenen Körpers (Körperhygiene), des persönlichen Umfeldes (z. B. Wischen bzw. Saugen von Fußböden und anderen Oberflächen im häuslichen Umfeld zur Entfernung von Staub und Verschmutzungen) sowie das Waschen von Textilien sind unverzichtbarer Teil der allgemeinen Hygiene und damit unbestritten notwendig und sinnvoll.

Neben der Reinigung wurde schon frühzeitig die Bedeutung der Desinfektion

für die Vermeidung von Infektionen in Krankenhäusern und Gemeinschaftseinrichtungen erkannt. Gleichzeitig wurde jedoch bereits um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert eine Vielzahl von Produkten entwickelt, die nicht im professionellen, sondern im Konsumentenbereich zur Verbesserung der Hygiene angepriesen wurden. Einige dieser Marken sind bis heute auf dem Markt. So unstrittig die Rolle der oben beschriebenen Reinigungsmaßnahmen für die Vermeidung von übertragbaren Krankheiten im häuslichen Bereich ist, so kontrovers kann man die Vor- und Nachteile des Einsatzes darüber hinausgehender Desinfektionsmaßnahmen ohne Vorliegen einer medizinischen Indikation erörtern. Hierbei stellt sich die Frage nach dem Nutzen, nach möglichen Risiken sowie nach der Wirksamkeit auf dem Markt befindlicher Produkte zur Desinfektion im Konsumentenbereich. Der vorliegende Artikel geht diesen Fragestellungen nach.

Antimikrobielle Produkte und Desinfektionsmittel

Antimikrobielle Produkte umfassen ein breites Spektrum verschiedenster Präparate (z. B. Antibiotika, Antihelminthika, Konservierungsmittel, Desinfektionsmittel), die in unterschiedlicher Weise Einfluss auf die Vermehrungsfähigkeit und/oder die Infektiosität von Mikroorganismen nehmen. Der Begriff Desinfektionsmittel beinhaltet dagegen eine quantifizierbare Reduktion von Krankheitserregern zur Unterbrechung von Infektionsketten. Als antimikrobiell wirksam ausgelobte Produkte für den Haushalt müssen somit richtiger als Desinfektionsmittel bezeichnet werden, auch wenn nicht für jedes Produkt eine Reduktion von Mikroorganismen ausgelobt wird, sondern bisweilen lediglich eine bakteriostatische, d. h. vermehrungshemmende Wirksamkeit. Sie unterliegen der europäischen Biozid-Gesetzgebung, die eine nationale Zulassung von Biozidprodukten mit Wirkstoffen, die auf europäischer Ebene genehmigt wurden, für die verschiedenen Desinfektionsmittel vorsieht (siehe Abschnitt „Zulassungsverfahren nach Biozid-Gesetzgebung“). Auf Basis der europäischen Gesetzgebung sind Desinfektionsmittel den Biozidprodukten der Hauptgruppe 1 zuzuordnen [1, 2]. Maßgeblich für diese Zuordnung sind die Funktion sowie die Auslobung und Darstellung eines Pro-

duktes und die damit hervorgerufene Verbrauchererwartung. Abhängig von ihrem Anwendungsbereich werden Desinfektionsmittel in die folgenden Produktarten eingruppiert:

Produktart 1: Menschliche Hygiene

Produktart 2: Desinfektionsmittel und Algenbekämpfungsmittel, die nicht für eine direkte Anwendung bei Menschen und Tieren bestimmt sind

Produktart 3: Hygiene im Veterinärbereich

Produktart 4: Lebens- und Futtermittelbereich

Produktart 5: Trinkwasser

Produkte wie Reinigungsmittel, bei denen eine biozide Wirkung nicht beabsichtigt ist, sind keine Biozidprodukte und werden daher mit oben genannten Produktarten nicht erfasst.

Zulassungsverfahren nach Biozid-Gesetzgebung

Die Biozid-Gesetzgebung nach Richtlinie 98/8/EG [1] und ihre Umsetzung in nationales Recht wurde am 1. September 2013 durch die in allen europäischen Mitgliedstaaten unmittelbar geltende Verordnung (EU) Nr. 528/2012 [2] abgelöst. Grundsätzlich gilt für die Zulassung von Desinfektionsmitteln als Biozidprodukte, dass die enthaltenen Wirkstoffe zuvor in einem europäischen Verfahren bewertet und mittels einer Entscheidung der Europäischen Kommission in eine europaweit gültige „Positivliste“ (vor dem 01.09.2013: Anhang I der Richtlinie 98/8/EG, jetzt: Unionsliste genehmigter Wirkstoffe nach Verordnung (EU) Nr. 528/2012) aufgenommen worden sind. In einem nationalen Verfahren wird anschließend das den jeweiligen Wirkstoff enthaltende Biozidprodukt unter Berücksichtigung der speziellen Anwendung bewertet und gegebenenfalls zugelassen. Ist ein Biozidprodukt bereits in einem EU-Mitgliedstaat zugelassen worden, kann in weiteren Mitgliedstaaten der Antrag auf Anerkennung einer ausländischen Zulassung gestellt werden. Die Zulassung von Biozidprodukten sowie die Anerkennung ausländischer Zulassungen erfolgen in Deutschland bei Vorliegen entsprechender Voraussetzungen durch die Bundesstelle für Chemikalien (BfC) der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). An der Bewertung der Biozidprodukte sind das

Tabelle 1: Übersicht über den Wirkungsbereich von Wirkstoffen [4-6]. Diese Angaben haben orientierenden Charakter. Die Wirksamkeit ist jeweils von der Formulierung des Produktes und den konkreten Anwendungsbedingungen abhängig.

Wirkstoff	Bakterien		Mykobakterien	Hefen	Schimmelpilze	Viren	Sporen
	Gram-positiv	Gram-negativ					
Alkohole	++	++	++	+	+	s	-
Wasserstoffperoxid ¹	+	++			+	+	++ ²
Natriumhypochlorit ¹	++	++	+	+	+	++	++
Quarternäre Ammoniumverbindungen (QAV)	++	+	-	++	++	s	-
Ameisensäure	++	++	k.A.	+	+	s	k.A.
Milchsäure	+	+	k.A.	-	-	-	k.A.

¹ eingeschränkte Wirksamkeit in Anwesenheit organischer Belastung, ² sehr hohe Konzentrationen erforderlich
 + mäßig wirksam, ++ hohe Wirksamkeit, - nicht wirksam, s selektiv wirksam
 k.A. keine Angaben

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), die BAuA (BfC und Fachbereich 4 Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe) sowie das Umweltbundesamt (UBA) beteiligt. Ebenso können Stellungnahmen des Julius Kühn-Instituts (JKI), der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) sowie des Robert Koch-Instituts (RKI) eingeholt werden.

Die Bedingungen für die Zulassung stellen auf Basis einer Risikobewertung für Mensch, Tier und Umwelt und der Bewertung der Wirksamkeit den Schutz für Verbraucher, Beschäftigte und Umwelt sicher. Neben den oben genannten Voraussetzungen sind im Rahmen der Zulassung auch die mögliche Erzeugung von Resistenzen oder Kreuzresistenzen zu berücksichtigen. Für Biozidprodukte, deren Wirkstoffe vor dem 14. Mai 2000 zu bioziden Zwecken ein-

gesetzt worden sind, gelten Übergangsregelungen. Unter bestimmten Voraussetzungen können diese bis zur Entscheidung über die Genehmigung der Wirkstoffe, voraussichtlich aber längstens bis zum 31. Dezember 2024, zulassungsfrei vermarktet werden. Hierzu gehören auch chemische Desinfektionsmittel, die zum jetzigen Zeitpunkt weder bewertet noch zugelassen sind, da das oben beschriebene Verfahren zur Prüfung der Wirkstoffe auf EU-Ebene mit anschließender nationaler Produktzulassung noch läuft.

Der schematische Ablauf der Genehmigung von Biozidwirkstoffen und der Zulassung von Biozidprodukten ist in Abbildung 1 dargestellt.

Biozide Wirkstoffe und Produkte am Markt

Im privaten Haushalt angewendete Desinfektionsmittel fallen häufig in die Produktarten 1 und 2. In Drogeriemärkten oder Kaufhausabteilungen ist ein vielfältiges Angebot solcher Produkte zu finden, die für die Erzielung „hygienisch reiner“, bzw. „hygienisch sauberer“ Bedingungen im Haushalt bis zur Vermeidung von Krankheiten ausgelobt werden. Dazu zählen auch Produkte zur Hautdesinfektion, sofern diese nicht den Arzneimitteln oder Kosmetika zuzuordnen sind, sowie Produkte zu Flächendesinfektion und zur Desinfektion von Wäsche (antibakteriell ausgelobte Hygienespüler).

Für Desinfektionsmittel der genannten Produktarten wurde früher eine Vielzahl verschiedener Wirkstoffe eingesetzt [3]. Für viele bestand seitens der Hersteller kein ausreichendes Interesse, die Stoffe im Hin-

blick auf eine mögliche weitere Vermarktung in Biozidprodukten bewerten zu lassen. Diese dürfen nicht mehr in Biozidprodukten vermarktet oder verwendet werden. Derzeit werden noch 35 (Produktart 1) bzw. 84 Wirkstoffe (Produktart 2) im Rahmen des oben genannten EU-Wirkstoffprogramms bewertet. Als wirksame Substanzen finden sich in Desinfektionsmitteln, die im privaten Haushalt eingesetzt werden, häufig Alkohole (z. B. Ethanol, 1-Propanol, 2-Propanol), oxidativ wirksame Stoffe wie Wasserstoffperoxid oder Natriumhypochlorit, organische Säuren (z. B. Ameisensäure, L-(+)-Milchsäure) und quarternäre Ammoniumverbindungen (sogenannte QAV, z. B. Benzalkoniumchlorid). Für zwei Wirkstoffe der Produktart 2 (Salzsäure und Nonansäure) wurde bereits eine abschließende, positive Aufnahmeentscheidung getroffen. Salzsäure wird zum Beispiel in Sani-tärreinigern eingesetzt.

Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln

Grundsätzliches Ziel der sachgerechten Anwendung von Desinfektionsmitteln ist die Vermeidung der Übertragung von Krankheitserregern und nicht die generelle Beseitigung von Mikroorganismen. Die einzelnen Wirkstoffe besitzen jeweils ein spezielles Wirkungsspektrum (Tabelle 1). So wirken Alkohole nur bedingt gegen unbehüllte Viren (z. B. Noroviren), oder QAV nicht gegen Mykobakterien (z. B. Tuberkuloseerreger). Das bedeutet, dass Desinfektionsmittel nicht universell einsetzbar sind, sondern nur gegen solche Mikroorganismen, gegen die ihre Wirksamkeit nachgewiesen wurde. Deshalb

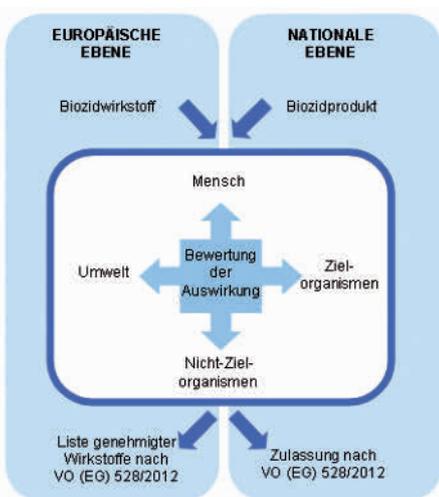


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Biozidverfahrens von Wirkstoffen und Biozid-Produkten.

Tabelle 2: Europäische Normen [12–34] zur Prüfung von Desinfektionsmitteln und ihre Anwendungsbereiche.

	Medizinischer Bereich	Veterinärbereich	Bereiche Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen
Flächendesinfektion			
Suspensionstest	DIN EN 13727 (Bakterien) DIN EN 14348 (Mykobakterien) DIN EN 13624 (Pilze) DIN EN 14476 (Viren)	DIN EN 1656 (Bakterien) DIN EN 14204 (Mykobakterien) DIN EN 1657 (Pilze) DIN EN 14675 (Viren)	DIN EN 1276 (Bakterien) DIN EN 1650 (Pilze) DIN EN 13610 (Bakteriophagen) DIN EN 13704 (Sporen)
Praxisnaher Test	DIN prEN 16615# (Bakterien, Hefen)	DIN EN 14349 (Bakterien, nicht poröse Oberflächen) DIN prEN 16438# (Bakterien, poröse Oberflächen) DIN prEN 16438# (Pilze, nicht poröse Oberflächen)	DIN EN 13697 (Bakterien, Pilze)
Händedesinfektion			
Suspensionstest	DIN EN 13727 (Bakterien) DIN EN 13624 (Pilze) DIN EN 14476 (Viren)	DIN EN 13727 (Bakterien) DIN EN 13624 (Pilze) DIN EN 14476 (Viren)	DIN EN 1276 (Bakterien) DIN EN 1650 (Hefen)
Praxisnaher Test	DIN EN 1499 (Bakterien) hygienische Händewaschung DIN EN 1500 (Bakterien) hygienische Händedesinfektion	DIN EN 1499 (Bakterien) hygienische Händewaschung	DIN EN 1499 (Bakterien) hygienische Händewaschung DIN EN 1500 (Bakterien) hygienische Händedesinfektion
Wäschedesinfektion			
Suspensionstest	DIN EN 13727 (Bakterien) DIN EN 14348 (Mykobakterien) DIN EN 13624 (Pilze) DIN EN 14476 (Viren)	–	–
Praxisnaher Test	DIN prEN 16616# (Bakterien, Mykobakterien, Pilze)	–	–

Normentwurf

ist es erforderlich, die Wirksamkeit mit geeigneten Prüfmethode zu ermitteln. Die nachgewiesene Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln für den professionellen Bereich kann bei Erfüllung der Voraussetzungen entsprechender Prüfmethode den Listen des RKI, des Verbundes für Angewandte Hygiene e.V. (VAH) und der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG) entnommen werden [7–11].

Je besser eine Prüfmethode der gewünschten Anwendung entspricht, desto sicherer kann man den gewünschten Nutzen des geprüften Produktes erwarten. Während in Deutschland praxisnahe Prüfmethode für Desinfektionsmittel eine lange Tradition besitzen, ist es im Rahmen des Zulassungsverfahrens und auch als Voraussetzung einer gegenseitigen Anerkennung der Zulassung von Biozidprodukten sinnvoll, europaweit abgestimmte Prüfmethode anzuwenden. Tabelle 2 gibt einen Überblick über vorhandene Europäische Normen (EN). Die Entwicklung und Verabschiedung solcher Europäischer Normen, insbesondere für die Flächendesinfektion,

ist jedoch noch nicht für alle Anwendungsbereiche abgeschlossen. Von den in Tabelle 2 aufgeführten drei Anwendungsbereichen sind gemäß der übergeordneten Norm DIN EN 14885 nur die Normen der Bereiche Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen für Haushaltsprodukte anzuwenden. Die darin vorgesehenen Prüfanschmutzungen, wie z. B. Rinderalbumin, Milchpulver, Saccharose oder Hefeextrakt, wurden vorrangig aus der Situation in der Lebensmittelverarbeitung abgeleitet und müssten, um die komplexen Bedingungen im Haushalt abzubilden, vollständig einbezogen und ggf. erweitert werden.

Grundsätzlich unterscheidet man bei den Prüfmethode Suspensionstests und praxisnahe Tests. In Suspensionstests werden die entsprechend zu testenden Mikroorganismen in einer Lösung mit dem Desinfektionsmittel in großem Überschuss in Kontakt gebracht. Derart optimale Bedingungen liegen in der praktischen Anwendung jedoch höchst selten vor. Damit ermöglichen sie nur sehr begrenzte Aussagen

zur Wirksamkeit, beispielsweise eines Hände- oder Flächendesinfektionsmittels, sofern nicht zusätzlich praxisnahe Tests durchgeführt werden. Letztere sollen die konkrete Anwendung weitgehend widerspiegeln. Europäische Normen praxisnaher Tests liegen bislang nur für die Überprüfung der bakteriziden Wirksamkeit von Händedesinfektionsmitteln und teilweise für Flächendesinfektionsmittel vor.

Eng mit der Prüfmethode sind die zu prüfenden Testorganismen verbunden. Bei Europäischen Normen werden wie bei deutschen Prüfmethode definierte Testspezies jeweils aus der Gruppe der Bakterien, Mykobakterien (zusätzlich, da besonders stabile Bakterien), Pilze, Viren oder Sporen ausgewählt, die ein breites Spektrum der entsprechenden Gruppe repräsentieren sollen und somit die Auslobung der Wirksamkeit gegen die entsprechende Gruppe von Mikroorganismen erlauben. Das bedeutet auch, dass als bakterizid bezeichnete Mittel nicht automatisch gegen die übrigen Mikroorganismen (z. B. unbeküllte Viren) wirken.

In Deutschland erhältliche Desinfektionsmittel müssen auf Basis der geltenden gesetzlichen Regelungen gegenwärtig nicht nach deutschen bzw. europäischen Prüfmethoden geprüft sein. Wird die Wirksamkeit z. B. auf der Basis nordamerikanischer Prüfmethoden ausgelobt, können daraus andere Anwendungsbedingungen resultieren, die nicht zwangsläufig auch den Anforderungen Europäischer Normen entsprechen müssen. Beispielsweise wurden in Tests von Rutalla [35] verschiedene Desinfektionsmittel, einschließlich solcher für den häuslichen Bereich vorgesehener, geprüft und für wirksam befunden. Relativ stabile Testorganismen, wie Enterokokken, die in Europa generell Bestandteil von Desinfektionsmittelprüfungen sind, wurden hierbei jedoch nicht berücksichtigt. Ergebnisse bezüglich der Keimzahlreduktion bei Händedesinfektionsmitteln können durch unterschiedliche Prüfmethoden um bis zu drei Zehnerpotenzen variieren [36], woraus sehr unterschiedliche Bewertungen ihrer Wirksamkeit abzuleiten wären.

Mit der Prüfung der Wirksamkeit werden auch die Bedingungen für die Anwendung festgelegt, da jeweils konkrete Konzentrationen und Einwirkzeiten getestet werden. Nur für genau diese kann folglich die gewünschte Wirkung vorausgesetzt werden, insbesondere wenn es sich um eine praxisnahe Prüfmethode handelt. Derartige Bedingungen im privaten Haushalt einzuhalten, erfordert Sachkenntnis und ggf. spezielle Dosierhilfen. Exakte Konzentrationen, beispielsweise von Hygienespülern in einer herkömmlichen Waschmaschine zu erzielen, ist nahezu unmöglich, da die in der Waschmaschine enthaltene Wassermenge als Verdünnungsmittel nicht kontrollierbar ist. Da außerdem die tatsächlich erreichte Temperatur und die exakte Dauer ihrer Einwirkung in Haushaltswaschmaschinen nicht bekannt sind [37], können chemisch desinfizierende Waschverfahren nur in professionellen Waschmaschinen sachgerecht durchgeführt werden.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass die Wirksamkeit für den Haushalt vorgesehener Desinfektionsmittel bzw. antibakterieller Produkte gegenwärtig noch nicht nach einheitlichen, nachvollziehbaren Methoden geprüft wird. Somit ist nicht in jedem Fall die deklarierte Wirksamkeit auch vorhanden. Vor dem Hintergrund der bevorstehenden Zulassung von Desinfektionsmitteln sowie der gegenseitigen Anerkennung von Zulassun-

gen ist die europaweite Harmonisierung von Prüfstrategien und Bewertungsmaßstäben der Wirksamkeitsbewertung dieser Produkte von entscheidender Bedeutung. Eine entsprechende Arbeitsgruppe auf EU-Ebene hat für Desinfektionsmittel der Produktart 2 bereits geeignete Wirksamkeitsnachweise festgelegt.

Risiken für den Anwender im Haushalt

Aufgrund des noch laufenden Bewertungsverfahrens der bioziden Wirkstoffe auf EU-Ebene ist mit einer umfassenden behördlichen Prüfung der Risiken für den Anwender und unbeteiligte Dritte im Rahmen der Zulassung von Desinfektionsmitteln in Deutschland erst in einigen Jahren zu rechnen.

In der Giftinformationsdatenbank des BfR, dem Dokumentations- und Bewertungssystem für gesundheitliche Beeinträchtigungen durch chemische Produkte, werden von Ärzten gemeldete Vergiftungsfälle und von Herstellern angezeigte Rezepturen dokumentiert. Aus den Ärztlichen Mitteilungen des BfR geht hervor, dass akute Vergiftungen und Unfälle mit Chemikalien im Verbraucherbereich (Kleinkinder, Erwachsene und Schulkinder) in nennenswerten Zahlen gemeldet werden [38]. Während Todesfälle nur nach akzidenteller Aufnahme von Desinfektionsmitteln verzeichnet wurden [38], werden z. B. bei Augenverletzungen am häufigsten Reinigungsmittel und Desinfektionsmittel als Ursache gemeldet [39].

Die Zulassung von Desinfektionsmitteln als Biozidprodukte soll auch sicherstellen, dass keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Haustier bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung zu erwarten sind. Gemeldete Vergiftungsfälle zeigen, dass insbesondere die Anwendung im Verbraucherbereich eine spezielle Betrachtung erforderlich macht.

Im Rahmen der gesundheitlichen Bewertung wird zunächst eine Gefahrenidentifizierung durchgeführt, die unter anderem die toxikologische Bewertung von Biozidprodukten und dem(den) darin enthaltenen Wirkstoff(en) sowie ggf. Beistoffen beinhaltet. Auch ist die Ableitung von Referenzwerten für die gesundheitliche Risikobewertung, die Charakterisierung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen und die Prü-

fung der Einstufung und Kennzeichnung eingeschlossen.

Bei der durchzuführenden Expositionsabschätzung werden Szenarien für eine mögliche Primär- und Sekundärexposition beurteilt. Die Exposition wird während der Anwendung sowie nach der Anwendung abgeschätzt, z. B. durch Benutzung behandelter Gegenstände. Eine weitere gesondert zu betrachtende Gegebenheit sind die Orte, an denen der Verbraucher Biozidprodukte anwenden möchte. Hier muss die entsprechende Dauer der Exposition der verschiedenen Personengruppen, insbesondere empfindlicher Personen (Kinder oder ältere Menschen), berücksichtigt werden. Es stehen Anwender (professionelle, berufsmäßige oder nicht-berufsmäßige), unbeteiligte Dritte und auch Haustiere im Fokus. Denkbare Szenarien für die Sekundärexposition Unbeteiligter sind speziell bei Kindern beispielsweise das Krabbeln auf behandeltem Teppich, das in den Mund nehmen behandelter Gegenstände, die orale Aufnahme über die Hand nach Kontakt mit behandelten Oberflächen oder die akzidentelle Aufnahme von nicht verbrauchten, im Haushalt gelagerten Produkten. Zudem kann bei der Flächendesinfektion der Übergang von Desinfektionsmittelresten auf Lebensmittel zu Rückständen in der Nahrung führen. Derartige Szenarien werden bei der Zulassung bewertet.

Mit den gewählten Szenarien wird die Expositionsmenge eines Biozidprodukts, der die betroffenen Personengruppen maximal ausgesetzt sein können, ermittelt. Abschließend wird bei der Risikocharakterisierung abgeschätzt, ob die Expositionsmenge unter den für den(die) Wirkstoff(e) abgeleiteten Grenzwerten liegt. Hier können gegebenenfalls Risikominderungsmaßnahmen in das Ergebnis mit einbezogen werden. Bei speziell für Verbraucher zuzulassenden Biozidprodukten spielen produktintegrierte Schutzmaßnahmen, wie Dosieraufsätze, Begrenzung der Verpackungsgrößen oder spezielle Formulierungen zur Vermeidung von spritzenden Flüssigkeiten, eine hervorgehobene Rolle, da dem Verbraucher in der Regel keine Verwendung von spezieller Schutzkleidung oder Schutzausrüstung zugemutet werden kann und auch Auflagen nur eine begrenzte Anwendungstreue (Compliance) erreichen.

Ein relevantes gesundheitliches Risiko für den Verbraucher können Desinfektionsmittel mit sensibilisierenden Eigenschaften bergen. Als sensibilisierend eingestufte Mit-

serproben, im Klärschlamm, in Wasserpflanzen sowie in Fischproben (z. B. Brasen) nachgewiesen werden [52, 53].

Auch der Gehalt an Clorofen, eines weiteren Desinfektionsmittelwirkstoffs (Produktarten 2 und 3), wurde in Proben deutscher Oberflächengewässer untersucht [52] und in Fischproben aus Saar, Rhein und Saale nachgewiesen. Andere umweltrelevante Desinfektionsmittel sind z. B. quarternäre Ammoniumverbindungen. Die Gesamteinträge von fünf linearen quarternären Ammoniumverbindungen in Gewässer wurden in der Schweiz auf 5 t pro Jahr geschätzt [51].

Insgesamt zeigt sich damit, dass die Bewertung im Rahmen des Zulassungsverfahrens von Biozidprodukten auch hinsichtlich der Auswirkungen auf die Umwelt eine wichtige Rolle spielt. Ein unnötiger Eintrag muss vermieden werden, da Auswirkungen auf die Ökosysteme und daraus resultierende Folgen für den Menschen schwer abschätzbar sind. Hier sei auf das Biozid-Portal des UBA hingewiesen, welches u. a. Informationen über vorbeugende Maßnahmen und biozidfreie Alternativen bereitstellt [54].

Ist der Nutzen für den Anwender belegt?

Die Anwendung antibakterieller/antimikrobieller Produkte oder Desinfektionsmittel im Haushalt wird immer häufiger als notwendig dargestellt [36, 55, 56]. Als Begründung dienen hierbei häufig Studien über das Vorkommen von Bakterien im Haushalt. Scott [56] beschreibt diesbezüglich drei wesentliche Quellen für den Eintrag von Krankheitserregern in den Haushalt über belebte und unbelebte Oberflächen: rohe Lebensmittel, Personen und Haustiere, und sieht eine wesentliche Möglichkeit zur Vermeidung von Infektionen in der Aufklärung der Verbraucher über Infektionsquellen und deren Vermeidung. Ob jedoch neben persönlicher Hygiene, effektivem Händewaschen und Lebensmittelhygiene bzw. sicherer Lebensmittelhandhabung auch die empfohlenen antimikrobiellen Produkte wirklich zu einer weiteren Verringerung der Infektionszahlen in Haushalten führen, ist nicht zweifelsfrei geklärt. Scott verweist in diesem Zusammenhang auf die Empfehlungen des International Scientific Forum on Home Hygiene (IFH) [57], die allerdings bereits in anderen Publikationen

kritisch hinterfragt wurden [46]. So stellt Schuster [46] die Frage nach den Ursachen von Durchfallerkrankungen, die als haushaltsbedingt erfasst sind. Schuster kommt zu dem Schluss, dass die Ursachen für Infektionen vorrangig in kontaminierten Lebensmitteln, der falschen Handhabung von Lebensmitteln sowie der Nichtbeachtung grundlegender Regeln der Haushaltshygiene liegen. Gleichzeitig wird bezweifelt, dass unter Berücksichtigung der Übertragungswege bestimmter Erreger die Anwendung von Desinfektionsmitteln die Zahl dieser Infektionen wesentlich reduzieren könnte. Die Mehrzahl der Studien, die zur Begründung der Anwendung von Desinfektionsmitteln im Haushalt herangezogen werden, hat lediglich das Vorhandensein von Bakterien (die nicht alle Krankheiten verursachen) untersucht, nicht jedoch den Zusammenhang mit dem Auftreten von Infektionen. Josephson [58] berichtet über die Ergebnisse einer Studie, in der Bakterienzahlen auf Oberflächen von Küchengeräten nach drei unterschiedlichen Behandlungszyklen ermittelt wurden. Die Anwendung antimikrobieller Produkte ohne spezielle Einweisung (d. h. nach Ermessen der Anwender) zeigte keinen Unterschied gegenüber der Verwendung von einfachen Reinigungsmitteln. Eine Verringerung der Bakterienzahlen konnte nur dann festgestellt werden, wenn die Flächen unmittelbar vor der Probennahme mit einem antimikrobiellen Produkt behandelt wurden. Dies zeigt, dass die Anwendung dieser Produkte nicht zu einer dauerhaften Reduktion von Bakterien führt und die Bewertung ihrer Wirksamkeit entscheidend von der Art und Weise der Untersuchungstechnik abhängt. Aussagekräftige Studien zum Nutzen antimikrobieller Produkte und Nachteile ihrer Wirksamkeit werden übereinstimmend mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) inzwischen auch vom IFH gefordert [36]. Nur in wenigen Studien wird der komplexe Zusammenhang zwischen der Art der Reinigung/Desinfektion im häuslichen Bereich und dem Auftreten von Infektionskrankheiten untersucht. Larson [59] konnte in einer solchen randomisierten Studie mit 238 Haushalten über 48 Wochen keine geringere Infektionsrate insbesondere für respiratorische Erkrankungen durch die Anwendung antimikrobieller Produkte feststellen. Wie auch die Publikation von Schuster [46] bestätigt diese Untersuchung, dass das Vorkommen von Mikroorganismen allein, auch das von Krank-

heitserregern, nicht zwangsläufig auch das Auftreten von Infektionen bedeutet. Weitere Faktoren, wie eine entsprechende individuelle Disposition und Art der Exposition sind erforderlich, damit Krankheitserreger auch zur Infektion führen.

Ausgehend von diesen Überlegungen haben deutsche Behörden, Verbraucherorganisationen wie auch Sachverständige auf dem Gebiet der Hygiene in verschiedenen Stellungnahmen empfohlen, auf die Verwendung antimikrobieller Produkte im privaten Haushalt zu verzichten und dies mit den beschriebenen Risiken für den Anwender und die Umwelt begründet [60–68].

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Literatur

1. Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten, publiziert im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 123 vom 24.04.1998.
2. Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten, publiziert im Amtsblatt der Europäischen Union L 167 vom 27.06.2012.
3. Verordnung (EG) Nr. 1451/2007 der Kommission über die zweite Phase des Zehn-Jahres-Arbeitsprogramms gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten, publiziert im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 325 vom 4. Dezember 2007.
4. Kramer A, Reichwagen S, Widulle H, Nürnberg W, Heldt P. Organische Karbonsäuren. In: Kramer A, Assadian O, Eds. Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 2008.
5. Kramer A, Reichwagen S, Heldt P, Widulle H, Nürnberg W. Oxidantien. In: Kramer A, Assadian O, Eds. Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 2008.
6. Kramer A, Assadian O. Desinfektion unbelebter Materialien. In: Kramer A, Assadian O, Eds. Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 2008.
7. Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren gemäß §18 IfSG. http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Desinfektionsmittel/Desinfektionsmittelliste/Desinfektionsmittelliste_node.html

8. Desinfektionsmittel-Liste des VAH, Stand 2. April 2013, mhp-Verlag GmbH Wiesbaden, ISBN 978-3-88681-119-9
9. 7. Liste der nach den Richtlinien der DVG (3. Auflage, 2000) geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich (Handelspräparate), Stand Mai 2013 <http://www.dvg.net/fileadmin/Bilder/DVG/PDF/Desinfektion-ab-Maerz-2013/2013-05-02-LM7-Homepage.pdf>
10. 8. Liste der nach den Richtlinien der DVG (4. Auflage, 2007) geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für den Lebensmittelbereich (Handelspräparate), Stand Mai 2013 <http://www.dvg.net/fileadmin/Bilder/DVG/PDF/Desinfektion-ab-Maerz-2013/2013-05-02-LM8-Homepage.pdf>
11. 13. Liste der nach den Richtlinien der DVG (4. Auflage, 2007) geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für die Tierhaltung (Handelspräparate), Stand Mai 2013 <http://www.dvg.net/fileadmin/Bilder/DVG/PDF/Desinfektion-ab-Maerz-2013/2013-05-02-TH13-Homepage.pdf>
12. DIN EN 1276. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika in den Bereichen Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1276:2009.
13. DIN EN 1276 Berichtigung 1. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika in den Bereichen Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1276:2009, Berichtigung zu DIN EN 1276:2010-01; Deutsche Fassung EN 1276:2009/AC:2010.
14. DIN EN 1499. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Hygienische Händewaschung – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 2); Deutsche Fassung EN 1499:2013.
15. DIN EN 1500. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Hygienische Händedesinfektion – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 2); Deutsche Fassung EN 1500:2013.
16. DIN EN 1650. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der fungiziden oder levuroziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika in den Bereichen Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1650:2008+A1:2013.
17. DIN EN 1656. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1656:2009.
18. DIN EN 1656 Berichtigung 1. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1656:2009, Berichtigung zu DIN EN 1656:2010-03; Deutsche Fassung EN 1656:2009/AC:2010.
19. DIN EN 1657. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der fungiziden oder levuroziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1657:2005.
20. DIN EN 1657 Berichtigung 1. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der fungiziden oder levuroziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 1657:2005, Berichtigungen zu DIN EN 1657:2006-03; Deutsche Fassung EN 1657:2005/AC:2007.
21. DIN EN 13610. Chemische Desinfektionsmittel – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der viruziden Wirkung gegenüber Bakteriophagen von chemischen Desinfektionsmitteln in den Bereichen Lebensmittel und Industrie – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 13610:2002.
22. DIN EN 13624. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Prüfung der fungiziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel für Instrumente im humanmedizinischen Bereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 13624:2003.
23. DIN EN 13697. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Oberflächenversuch nicht poröser Oberflächen zur Bestimmung der bakteriziden und/oder fungiziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel in den Bereichen Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen – Prüfverfahren ohne mechanische Behandlung und Anforderungen (Phase 2/Stufe 2); Deutsche Fassung EN 13697:2001.
24. DIN EN 13704. Chemische Desinfektionsmittel – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der sporiziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel in den Bereichen Lebensmittel, Industrie, Haushalt und öffentliche Einrichtungen – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 1); Deutsche Fassung EN 13704:2002.
25. DIN EN 13727. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung im humanmedizinischen Bereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 13727:2012.
- [26. DIN EN 14204. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der mykobakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 14204:2012.
27. DIN EN 14348. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der mykobakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel im humanmedizinischen Bereich einschließlich der Instrumentendesinfektionsmittel – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 14348:2005.
28. DIN EN 14349. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Oberflächenversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich auf nicht-porösen Oberflächen ohne mechanische Wirkung – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 2); Deutsche Fassung EN 14349:2012.
29. DIN EN 14476. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch Viruzidie für in der Humanmedizin verwendete chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 14476:2005+A1:2006.
30. DIN EN 14675. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der viruziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 1); Deutsche Fassung EN 14675:2006.
31. DIN prEN 16437. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Oberflächenversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich auf porösen Oberflächen ohne mechanische Wirkung – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 2); Deutsche Fassung prEN 16437:2012.
32. DIN prEN 16438. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Oberflächenversuch zur Bestimmung der fungiziden oder levuroziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika für den Veterinärbereich auf nicht-porösen Oberflächen ohne mechanische Wirkung – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 2); Deutsche Fassung prEN 16438:2012.
33. DIN prEN 16615. Chemische Desinfektion und Antiseptika – Quantitatives Prüfverfahren zur Bestimmung der bakteriziden und levuroziden Wirkung auf nicht-porösen Oberflächen mit mechanischer Einwirkung mit Hilfe von Tüchern oder Mops im humanmedizinischen Bereich (4-Felder-Test) – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 2); Deutsche Fassung prEN 16615:2013.
34. DIN prEN 16616. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Chemothermische Wäschedesinfektion – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2, Stufe 2); Deutsche Fassung prEN 16616:2013.
35. Rutalla WA, Barbee SL, Aguiar NC, Sorbsey MD., Weber DJ. Antimicrobial activity of home disinfectants and natural products against potential human pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;21(1):33–38.
36. Bloomfield SF, Scott EA. A risk assessment approach to use of antimicrobials in the home to prevent spread of infection. *Am J Infect Control* 2013,41:87–93.
37. Stiftung Warentest 2012; „nicht mehr richtig heiß“ <http://www.test.de/Waschmaschinen-und-Waschtrockner-52-Maschinen-im-Test-4296800-0/>
38. Bundesinstitut für Risikobewertung. Ärztliche Mitteilungen bei Vergiftungen 2001:16, http://www.bfr.bund.de/cm/350/aerztliche_mitteilungen_bei_vergiftungen_2001.pdf
39. Bundesinstitut für Risikobewertung. Ärztliche Mitteilungen bei Vergiftungen 2010:13-14,56,61; <http://www.bfr.bund.de/cm/350/aerztliche-mitteilungen-bei-vergiftungen-2010.pdf>

40. Richtlinie 1999/45/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Zubereitungen, publiziert im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 200 vom 31. Mai 1999.
41. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des europäischen Parlaments und des Rates über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, publiziert im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 353 vom 16. Dezember 2008.
42. Grey M, Schmidt M, Brendel M. Overexpression of ADH1 confers hyper-resistance to formaldehyde in *Saccharomyces cerevisiae*. *Current Genetics* 1996, 29:437–440.
43. Kummerle N, Feucht HH, Kaulfers PM. Plasmid-mediated formaldehyde resistance in *Escherichia coli*: characterization of resistance gene. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1996, 40:2276–2279.
44. Meyer B, Cookson B. Does microbial resistance or adaptation to biocides create a hazard in infection prevention and control? *J Hosp Infect* 2010;76(3):200–205.
45. Russell AD. Bacterial adaptation and resistance to antiseptics, disinfectants and preservatives is not a new phenomenon. *J Hosp Infect* 2004;57(2):97–104.
46. Schuster A, Daschner F. Antibakterielle Produkte im Haushalt: Chance oder Risiko? *Dtsch Med Wochenschr* 2002;127:2340–2344.
47. Seier-Petersen MA, Jasni A, Aarestrup FM, Vigre H, Mullany P, Roberts AP, Agerso Y. Effect of subinhibitory concentrations of four commonly used biocides on the conjugative transfer of Tn916 in *Bacillus subtilis*. *J Antimicrob Chemother* 2013, doi:10.1093/jac/dkt370.
48. Capita R, Álvarez-Fernández E, Fernández-Buelta E, Manteca J, Alonso-Calleja C. Decontamination treatments can increase the prevalence of resistance to antibiotics of *Escherichia coli* naturally present on poultry. *Food Microb* 2013;34:112–117.
49. Levy SB. Antibacterial household products: cause for concern. *Emerg Infect Dis* 2001;7(3):512–515.
50. Rüdél H, Knopf B. Vorbereitung eines Monitoring-Konzepts für Biozide in der Umwelt. Report FKZ 360 04 036 im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin. Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie (IME) Schmallenberg, 6.02.2012.
51. Kahle M, Nöh I. Biozide in Gewässern: Eintragspfade und Informationen zur Belastungssituation und deren Auswirkungen. Umweltbundesamt 2009;09;ISSN 1862-4804.
52. Rüdél H, Müller M, Wenzel A. Retrospektives Monitoring von Triclosan und Methyltriclosan in Brassenmuskulaturproben der Umweltprobenbank Teil II: Bewertung der Analysen von Triclosan und Methyl-Triclosan in Brassenmuskulaturproben der Umweltprobenbank. Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie im Auftrag für das Umweltbundesamt. 2004 <http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/publications/11928>
53. Kuch B, Schneider C, Metzger JW. Monitoring der Desinfektionsmittel Triclosan, Triclocarban und Hexachlorophen in Fließgewässern, Sedimenten, Klärschlämmen, Zu- und Abflüssen von Kläranlagen. 2003 <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/40137/BWB21009SBER.pdf?command=downloadContent&filename=BWB21009SBER.pdf&FIS=203>
54. Biozid-Portal des Umweltbundesamtes, <http://www.biozid.info/>
55. Bockmühl D. Welche Zukunft haben antimikrobielle Produkte im Haushalt? *Hyg Med* 2011;36(1/2):12–18.
56. Scott E. Hygiene issues in the home. *Am J Infect Control* 1999;27(6):S22–S25.
57. Beumer R, Bloomfield SF, Exner M, Fara GM, Nath KJ, Scott E. Guidelines for the prevention of infection and cross-infection in the domestic environment (first published in 1998, revised in 2004); International Scientific Forum on Home Hygiene: <http://www.ifh-homehygiene.org/sites/default/files/publications/IFH-Guidelines-complete.pdf>
58. Josephson KL, Rubino JR, Pepper IL. Characterization and qualification of bacterial pathogens and indicator in household kitchens with and without the use of a disinfectant cleaner. *J Appl Microbiol.* 1997;83(6):737–750.
59. Larson EL, Lin SX, Gomez-Pichardo C, DellaLatta P. Effect of antibacterial home cleaning and handwashing products on infectious disease symptoms: a randomized, double-blind trial. *Ann Intern Med.* 2004;140(5):321–329.
60. Bundesinstitut für Risikobewertung. Desinfektionsmittel nur mit Vorsicht einsetzen! Presseerklärung 24/2003, 2003, http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2003/24/desinfektionsmittel_nur_mit_vorsicht_einsetzen_-2336.html
61. Bundesinstitut für Risikobewertung. Antibakterielle Reinigungsmittel im Haushalt nicht erforderlich. Presseerklärung 17/2000, 2000, http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2000/17/antibakterielle_reinigungsmittel_im_haushalt_nicht_erforderlich-890.html
62. Bundesinstitut für Risikobewertung. Verbrauchertipps zu Lebensmittelhygiene, Reinigung und Desinfektion. 2006; http://www.bfr.bund.de/cm/350/verbrauchertipps_zu_lebensmittelhygiene_reinigung_und_desinfektion.pdf
63. Bundesinstitut für Risikobewertung. EHEC: Zum Schutz vor Infektionen ist das Einhalten allgemeiner Hygieneregeln besonders wichtig. 2011 http://www.bfr.bund.de/cm/343/ehec_zum_schutz_vor_infektionen_ist_das_einhalten_allgemeiner_hygieneregeln_besonders_wichtig.pdf
64. Pestizid Aktions-Netzwerk. Hygiene - gewusst wie. 2011 http://www.pan-germany.org/download/biozide/hygiene_gewusst_wie.pdf
65. Umweltbundesamt. Hygieneaspekte beim Waschen in Privathaushalten. 2010 <http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/waschmittel/waschtemperaturen.htm>
66. VAH Desinfektionsmittel-Kommission. Desinfektion im Haushalt. Mitteilung Nr.1/2011. *Hyg Med* 2011;36(1/2):46.
67. http://www.rki.de/DE/Content/Service/Presse/Pressemitteilungen/2000/17_00.html
68. <http://www.test.de/Hygiene-im-Haushalt-Antibakterielle-Ausruestung-Ueberfluessig-18010-0/>