

Antibiotikaresistente Bakterien bei Hund und Katze: Empfehlungen für Halterinnen und Halter

D. Heim¹, S. P. Kuster², B. Willi³

¹Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, 3097 Liebefeld, Schweiz; ²Klinik für Infektionskrankheiten und Spitalhygiene, Universitätsspital Zürich, Universität Zürich, 8091 Zürich, Schweiz; ³Klinik für Kleintiermedizin, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich, 8057 Zürich, Schweiz

Zusammenfassung

Antibiotikaresistente Keime sind in der Human- und Veterinärmedizin von zunehmender Bedeutung. Auch Kleintierkliniken und -praxen sind mit Patienten konfrontiert, bei denen antibiotikaresistente Keime nachgewiesen wurden. Welches Risiko stellen diese Tiere für die Tierhalter dar? Wie kann das Risiko einer Übertragung auf den Menschen reduziert werden? Durch eine Arbeitsgruppe mit Fachexperten aus Human- und Veterinärmedizin wurde ein Ratgeber für Halter erarbeitet, deren Hunde oder Katzen Träger von antibiotikaresistenten Keimen sind. Der Ratgeber enthält Hintergrundinformationen zu den wichtigsten antibiotikaresistenten Keimen bei Hunden und Katzen, namentlich zu Methicillin-resistenten Staphylokokken und Extended Spektrum Beta-Lactamase (ESBL)- und Carbapenemase-produzierenden *Enterobacteriaceae*. Ausserdem werden Massnahmen aufgeführt, die das Risiko einer Übertragung dieser Keime auf den Menschen reduzieren sollen. Der vorliegende Review erläutert die Hintergrundinformationen zu den Eigenschaften der Keime und deren Vorkommen und Risikofaktoren bei Hund, Katze und Mensch, und erläutert die empfohlenen Massnahmen.

Schlüsselwörter: Antibiotika, Hunde, Katzen, One Health, Resistenz, Tierhalter

Antibiotic-resistant bacteria in dogs and cats: recommendations for owners

Antibiotic-resistant bacteria are of increasing importance in human and veterinary medicine. Also, small animal clinics and practices are facing patients carrying antibiotic-resistant bacteria. What risk do these animals pose for animal owners? How can the risk of transmission to humans be reduced? A working group of human and veterinary medicine experts developed a guide for dog or cat owners with pets carrying antibiotic-resistant bacteria. The guide contains background information on the most important antibiotic-resistant bacteria in dogs and cats, namely methicillin-resistant staphylococci and extended spectrum beta-lactamase (ESBL)- and carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae*. Measures are listed to reduce the risk of transmission to humans. This review explains the pathophysiology, occurrence and risk factors of these bacteria in dogs, cats and humans. Recommended measures are outlined.

Keywords: Antibiotics, dogs, cats, one health, resistance, pet owners

<https://doi.org/10.17236/sat00248>

Eingereicht: 24.09.2019
Angenommen: 14.01.2020

Antibiotikaresistente
Bakterien bei Hund und
Katze: Empfehlungen für
Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster,
B. Willi

Einleitung

Antibiotikaresistente Keime sind in der Human- und Veterinärmedizin von wachsender Bedeutung.^{11,71} Nicht nur Humanspitäler und -praxen, sondern auch Kleintierkliniken und -praxen sind immer häufiger mit Patienten konfrontiert, bei denen antibiotikaresistente Keime nachgewiesen wurden.^{18,67,73} Hunde und Katzen werden heute zunehmend intensiv-medizinisch versorgt. Auch in der Schweiz bieten zahlreiche tiermedizinische Zentren eine grosse Palette von Spezialgebieten und eine umfassende medizinische Versorgung von Hunden und Katzen an. Dieser Trend führt auch dazu, dass immer mehr geriatrische und immunsupprimierte Patienten mit ihren Haltern leben, Tiere also, die sehr empfänglich sind für Infektionen, unter anderem mit antibiotikaresistenten Keimen.^{12,25} Infektionen mit antibiotikaresistenten Keimen sind schwierig zu behandeln und erhöhen oft die Hospitalisationsdauer und die Therapiekosten eines Patienten.⁷² Gleichzeitig werfen sie aber auch die Frage auf, ob die betroffenen Tiere ein Risiko für die Halter darstellen und wie mit diesen Patienten zu Hause umgegangen werden soll. Hunde und Katzen leben meist in sehr engem Kontakt mit ihren Besitzern, teilen Wohnung, manchmal auch Sofa und Bett mit ihren Haltern.¹⁰ Durch diesen engen Kontakt erhöht sich auch das Risiko, dass Infektionserreger zwischen Tier und Menschen übertragen werden können.^{13,27,56}

Wegen der steigenden Besorgnis und dem Informationsbedarf der Tierhalter wurde durch eine Arbeitsgruppe mit Fachexperten aus Human- und Veterinärmedizin ein Ratgeber für Halter erarbeitet, deren Hunde und Katzen Träger von antibiotikaresistenten Keimen sind (Box 1).² Der Ratgeber enthält Hintergrundinformatio-

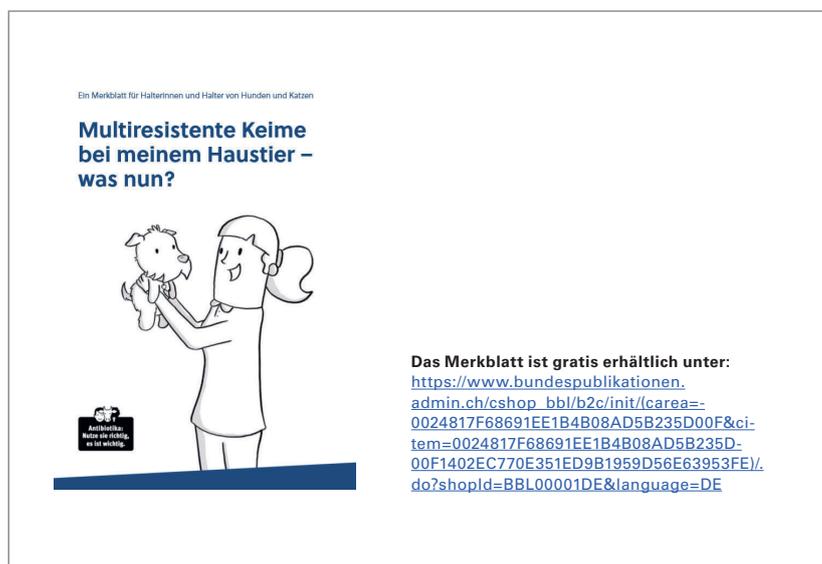
nen zu den wichtigsten antibiotikaresistenten Keimen bei Hunden und Katzen und führt Massnahmen auf, die das Risiko einer Übertragung dieser Keime auf den Menschen reduzieren sollen. Der vorliegende Review führt die Hintergrundinformationen zu den Empfehlungen auf und erläutert die empfohlenen Massnahmen.

Antibiotikaresistenz, Kolonisation und Infektion

Als Antibiotikaresistenz bezeichnet man Eigenschaften von Mikroorganismen, die es ihnen erlauben, die Wirkung von antibiotisch aktiven Substanzen zu hemmen oder zu neutralisieren. Als multiresistent werden häufig Bakterien bezeichnet, die gegen drei oder mehr Antibiotikaklassen eine Resistenz erworben haben.⁴³

Die Entstehung und Übertragung antibiotikaresistenter Keime stellt ein sehr komplexes Geschehen dar. Resistente Bakterien können zwischen Menschen, Tieren und der Umwelt übertragen werden. Die Übertragung und Ausbreitung kann in Gesundheitseinrichtungen, Tierkliniken, in der Bevölkerung, über die Nahrungsmittelkette und viele weitere Wege erfolgen (Abb. 1). Für weitere Informationen zum Themengebiet wird auf publizierte Übersichtsarbeiten verwiesen.^{30,45}

Im Folgenden wird auf die wichtigsten antibiotikaresistenten Keime bei Hunden und Katzen, und deren Charakteristika, Häufigkeit und zoonotisches Potential genauer eingegangen. Es handelt sich dabei um fakultativ pathogene (opportunistische) Keime, welche insbesondere bei geschwächter Immunantwort oder beim Vorliegen einer Grunderkrankung eine Infektion auslösen können. Eine Übertragung dieser Keime von Haustieren auf den Menschen kann zu einer Kolonisation oder – in seltenen Fällen – zu einer Infektion führen. Grundsätzlich stellt eine Kolonisation mit resistenten Bakterien kein klinisches Problem dar. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Haustier Träger von resistenten Bakterien ist, hängt von verschiedenen Risikofaktoren ab, die in den Kapiteln zu den einzelnen Keimen genauer erläutert werden. Führen antibiotikaresistente Keime jedoch zu Infektionen, so wird deren Behandlung durch die Resistenzen erschwert; bei mehrfach resistenten Keimen sind die Therapieoptionen limitiert.^{22,64} Insgesamt wird das Risiko als sehr klein eingeschätzt, dass Menschen an Infektionen durch resistente Bakterien der eigenen Haustiere erkranken.⁶² Jedoch sind gewisse Personengruppen, insbesondere Immunsupprimierte, kleine Kinder, Schwangere, Betagte und chronisch kranke Personen (im Nachfolgenden «gefährdete Personen» genannt) empfänglicher für Infektionen.^{13,62} Kommt es zu Infektionen mit antibiotikaresistenten Keimen, wird die Therapie aufgrund der Resistenzen erschwert.



Box 1

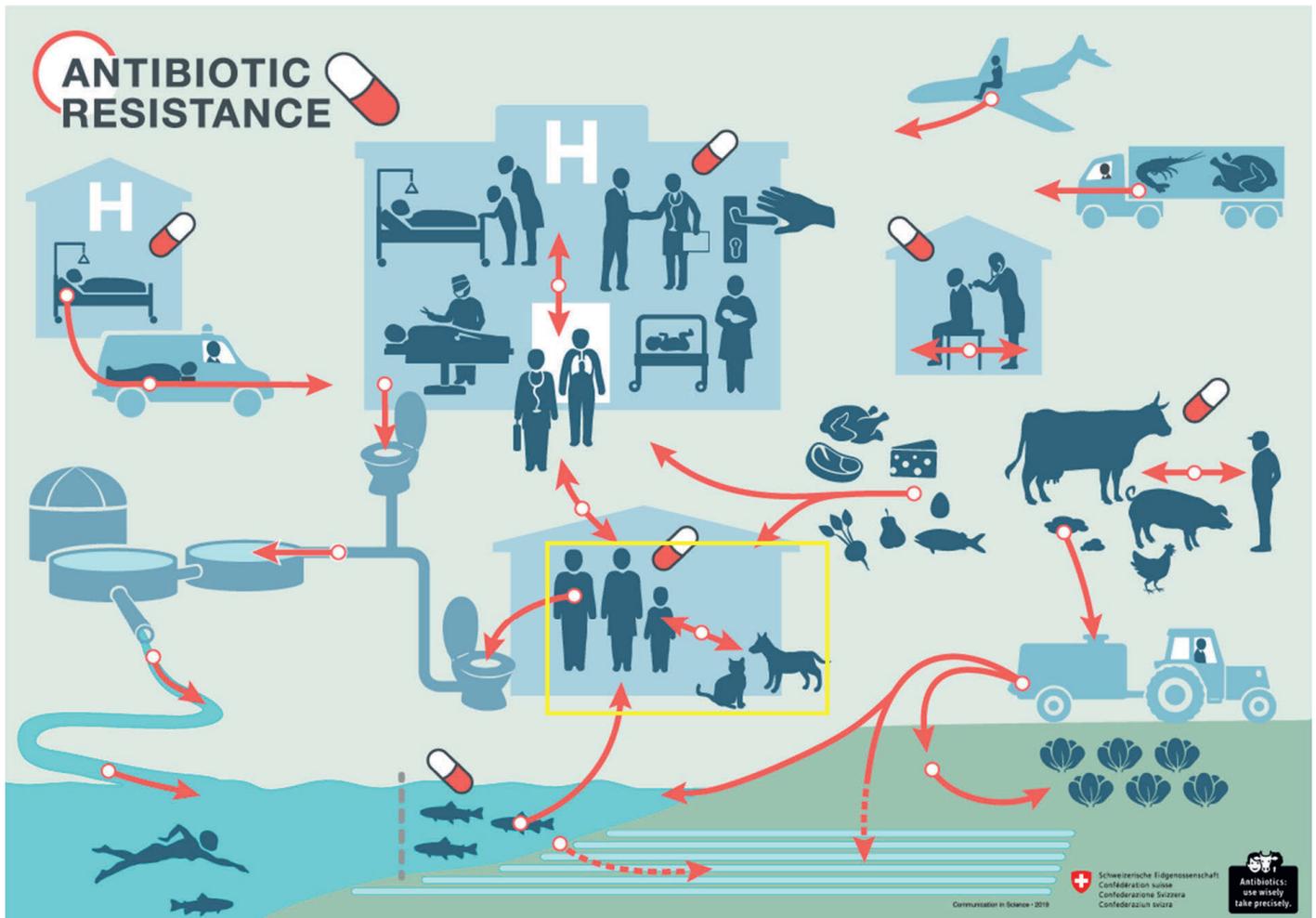


Abbildung 1: Ursachen und Übertragungswege von antibiotikaresistenten Bakterien. Der vorliegenden Review beschränkt sich auf die Übertragungswege zwischen Haustier und Mensch (gelber Kasten). Abbildung adaptiert von: Communication in Science/BAG, 2019.

Antibiotikaresistente Keime bei Hunden und Katzen

Methicillin-resistente Staphylokokken

Methicillin-resistente Staphylokokken zählen sowohl in der Humanmedizin, als auch in der Veterinärmedizin, zu den wichtigsten multiresistenten Erregern in Spitälern.⁸ Methicillin-resistente Staphylokokken sind resistent gegen alle Beta-Lactam-Antibiotika ausser gegen neueste Generationen von Cephalosporinen, welche spezifisch für die Therapie von MRSA Infektionen entwickelt wurden (z.B. Ceftarolin).⁴⁷ Oft kommen Resistenzen gegen weitere Antibiotikaklassen wie Fluorchinolone, Tetracykline, Aminoglykoside und Sulfonamide dazu. Bei Hunden und Katzen spielen in diesem Zusammenhang unter anderem Methicillin-resistente *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP) und *Staphylococcus aureus* (MRSA) eine Rolle.^{8,47,73}

Methicillin-resistente *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP)

S. pseudintermedius wurde erst 2005 als eigenständige Spezies beschrieben.¹⁵ Untersuchungen zeigten, dass Isolate, die ursprünglich als *Staphylococcus intermedius* klassifiziert wurden, sich eigentlich aus den Spezies *S. pseudintermedius*, *S. intermedius* und *Staphylococcus delphini* zusammensetzen, und diese drei Spezies bis dahin möglicherweise nicht eindeutig differenziert worden sind.⁵⁸ Seit der ersten Beschreibung von MRSP Ende der 90-er Jahre hat die Häufigkeit von Methicillin Resistenzen bei *S. pseudintermedius* stark zugenommen.^{3,52,54,67}

Vorkommen und Risikofaktoren bei Hund und Katze. *S. pseudintermedius* ist ein opportunistischer Keim auf Haut und Schleimhäuten bei Hunden und Katzen. MRSP sind im Gegensatz zu MRSA primär an Haustiere adaptiert. Eine MRSP Kolonisation auf Haut bzw. Schleimhäuten wurde je nach Studie bei 0–4,5% der gesunden Hunde und Katzen und bei bis zu 7% der Hunde mit Hauterkrankungen gefunden.^{11,67}

Antibiotikaresistente
Bakterien bei Hund und
Katze: Empfehlungen für
Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster,
B. Willi

Infektionen mit MRSP sind v.a. mit Pyodermien, Otitiden und Wundinfektionen assoziiert. Interessanterweise haben Tiere mit Hautinfektionen infolge MRSP keinen schwereren Verlauf als Tiere mit Infektionen infolge Methicillin-empfindlicher *S. pseudintermedius*.⁶⁸ Dies deutet darauf hin, dass MRSP *per se* nicht pathogener sind als die Methicillin-empfindlichen *S. pseudintermedius* Isolate, durch die Antibiotikaresistenzen wird jedoch die Behandlung erschwert. Insbesondere bei oberflächlichen Pyodermien ist eine lokale Therapie z.B. mit Chlorhexidin – oder (bei Hunden) Benzoylperoxidhaltigen topischen Präparaten oft ausreichend,⁵³ die Behebung der Grunderkrankung (z.B. Atopie) ist für den Therapieerfolg jedoch essentiell.⁴⁷ Kommt ein Antibiotikum zum Einsatz, sollte dies zwingend basierend auf einem Antibiotogramm gewählt werden. Risikofaktoren für eine Kolonisation mit MRSP sind unter anderem eine vorangegangene Hospitalisation, häufige Tierarztbesuche und eine Vorbehandlung mit Antibiotika.⁵⁴ Auch Haustiere von Veterinär-Dermatologen sind häufiger Träger von MRSP.⁵¹ Eine Dekolonisation ist bei Haustieren bisher nicht etabliert, und sollte aufgrund der möglichen Selektion weiterer Resistenzen nicht durchgeführt werden.⁴⁷

Vorkommen und Risikofaktoren beim Menschen.

Obwohl *S. pseudintermedius* kein normaler Besiedler von Haut und Schleimhaut des Menschen ist, können MRSP von Haustieren auf den Menschen übertragen werden und zu einer Kolonisation führen.⁸ Allerdings ist dies sehr selten, auch bei Personen mit häufigem Tierkontakt.⁶⁷ Eine Kolonisation wurde in seltenen Fällen auch bei Haltern von Hunden mit Hautinfektionen infolge MRSP beschrieben; die Kolonisation verschwand innert kurzer Zeit wieder.^{21,38} Deswegen sollten Tierhalter insbesondere bei der Behandlung von MRSP Infektionen der Haut oder von Wunden die Hygienemassnahmen strikt einhalten (s. unten). Je nach Studie wurde eine MRSP Kolonisation bei 0.7% (Hongkong) bis 7.9% (Japan) der Tierärzteschaft gefunden.^{6,11,32}

In einer Studie bei 340 Schweizer Tierärzten/innen und 29 Tierärzthelfer/innen, die 2012 den Jahreskongress der Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte (GST) besuchten, wurde bei keiner Person eine nasale MRSP Kolonisation nachgewiesen.⁶⁹ Auch bei einer analogen Studie 2017 konnte MRSP weder in Nasen- noch in Handtupfern nachgewiesen werden (personal communication G. Overesch). MRSP Infektionen beim Menschen sind äusserst selten beschrieben.^{8,11} Allerdings ist das Bewusstsein über MRSP in der Humanmedizin niedrig, und die Prävalenz ist vermutlich unterschätzt.⁷

Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)

Staphylococcus aureus ist ein opportunistischer Keim, der die Haut und Schleimhaut von Mensch und Tier besiedelt.⁶⁶ Anfang der 60-er Jahre wurden die ersten Methicillin-resistenten *S. aureus* (MRSA)-Isolate in Grossbritannien beschrieben.³¹

MRSA lassen sich in drei Gruppen unterteilen, die molekularbiologisch bestimmten klonalen Linien zugeordnet sind:^{31,66}

1. Spital-assoziierte MRSA, die vor allem in Spitälern und Pflegeeinrichtungen von Mensch zu Mensch übertragen werden. Diese sind seit mehr als 30 Jahren als sogenannte «Hospitalismuseime» bekannt.
2. Bevölkerungs-assoziierte MRSA, die ausserhalb von Spitälern von Mensch zu Mensch übertragen werden. Diese Gruppe von MRSA tritt seit den 90er Jahren vermehrt in der Bevölkerung auf.
3. Nutztier-assoziierte MRSA, die bei Nutztieren wie Schweinen, Rindern und Geflügel verbreitet sind und zwischen Mensch und Tier übertragen werden können. Diese Gruppe von MRSA wurde Anfang der 2000er Jahre zunächst in Schweinebeständen entdeckt⁶¹ und betrifft vor allem Personen mit unmittelbarem Kontakt zu Nutztieren.

Vorkommen und Risikofaktoren bei Hund und Katze.

Eine Kolonisation mit MRSA ist bei Hunden deutlich seltener als mit MRSP, während bei Katzen kontroverse Resultate vorliegen, ob eine MRSP oder MRSA Kolonisation häufiger ist.⁸ Je nach Studie findet man MRSA Trägertum bei 0–4% der Hunde und Katzen;^{8,33} sie ist häufig transient und wird nach einigen Wochen eliminiert.^{39,67} Es handelt sich in den allermeisten Fällen um Bevölkerungs- oder Spital-assoziierte MRSA Isolate. In spezifischen Populationen kann die Prävalenz höher sein: MRSA wurden bei bis zu 9% der Hunde in Tierkliniken und bei 7.8% der Hunde in Tierheimen nachgewiesen.⁶⁷ Auch MRSA Infektionen sind bei Hund und Katze sehr viel seltener als MRSP Infektionen und vor allem mit Pyodermien, Otitiden und (postoperativen) Wundinfektionen assoziiert, seltener mit Pneumonien und Zystitiden.⁶⁷ Studien weisen darauf hin, dass Haustiere MRSA durch Kontakt mit MRSA kolonisierten Menschen erwerben können.⁷⁴

Risikofaktoren für eine Kolonisation mit MRSA bei Hunden und Katzen sind Antibiotikabehandlungen, Hospitalisation, häufige Tierarztbesuche, die Arbeit als Therapiehund und Besitzer mit Tätigkeit im Gesundheitswesen oder Besitzer, die hospitalisiert werden mussten.^{24,39,41} Wie bei MRSP ist eine Dekolonisation bei Kleintieren nicht etabliert und wird nicht empfohlen.⁴⁷

Vorkommen und Risikofaktoren beim Menschen.

S. aureus ist ein opportunistischer Keim, der die Haut und Schleimhaut von Menschen besiedelt und bei Spital-assoziierten Infektionen in der Humanmedizin häufig beteiligt ist.³⁶ Trotzdem sind MRSA-Infektionen in der Schweiz im Vergleich zum Ausland selten; der Anteil an MRSA bei schweren *S. aureus* Infektionen (Sepsis) ist in den letzten 10 Jahren von 12.8% auf 4.4% gesunken.²⁰ Eine MRSA Kolonisation findet man bei ca. 1.5% der Schweizer Bevölkerung und bei ca. 3–3.8% der Schweizer Tierärzte/innen.²⁰ Bei Grosstierärzten findet man hauptsächlich Nutztier-assoziierte MRSA, verursacht durch den Kontakt mit Nutztieren, bei denen vor allem Nutztier-assoziierte MRSA vorkommen. Bei Kleintierärzten sind Spital-assoziierte MRSA häufiger. Im Gegensatz zu Nutztieren kommen bei Hunden und Katzen vor allem Spital-assoziierte oder Bevölkerungs-assoziierte MRSA vor.⁷⁴

Extended Spectrum Beta-Lactamase (ESBL)-produzierende *Enterobacteriaceae*

Extended Spectrum Beta-Lactamasen (ESBL) sind Enzyme, die eine Resistenz gegen ein breites Spektrum von Beta-Lactam-Antibiotika vermitteln, unter anderem auch gegen die Gruppe der 3. und 4. Generation Cephalosporine.⁵⁷ Häufig sind zusätzliche Resistenzen mit ESBL assoziiert, z.B. gegen Fluorochinolone oder Aminoglykoside.¹⁷ Die ESBL sind Plasmid-kodiert und können als mobile genetische Elemente zwischen Bakterien übertragen werden. Sie spielen als Resistenzmechanismus bei *Enterobacteriaceae* eine wichtige Rolle. Die meisten *Enterobacteriaceae* sind harmlose Darmbewohner, die keine Krankheiten verursachen. Diese kommensalen Bakterien bilden aber ein Reservoir, von dem aus die Resistenzgene auf pathogene Bakterien übertragen werden können. Ausserdem können *Enterobacteriaceae* unter anderem bei Wund- oder Harnwegsinfektionen beteiligt sein.⁵⁷

Vorkommen und Risikofaktoren bei Hund und Katze.

Der erste Nachweis von ESBL bei einem Haustier stammt von 1988, als ESBL-bildende *Escherichia coli* im Kot eines japanischen Versuchshundes nachgewiesen wurden.⁴⁴ Die Häufigkeit der Kolonisation mit ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* bei Hunden und Katzen ist je nach beprobter Population und untersuchtem Land sehr unterschiedlich.¹¹ In einer Schweizer Studie mit Proben von gesunden Hunden und Katzen aus Alters- und Pflegeheimen sowie Tierarztpraxen waren circa 2.5% der Tiere Träger von ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae*, wobei gesunde Hunde und Katzen aus Altersheimen/Pflegeheimen nicht häufiger kolonisiert waren als gesunde Tiere bei Vorstellung beim Tierarzt.²³

Risikofaktoren für eine Kolonisation sind u.a. eine vorangegangene Hospitalisation, Antibiotikatherapie und eine Herkunft aus einem Tierheim oder einer Zucht.^{4,23,40} Tiere, die mit Rohfleisch gefüttert werden oder häufig Kot fressen sind häufiger kolonisiert.^{14,46}

Wie bei allen multiresistenten Keimen müssen Antibiotikatherapien bei Infektionen mit ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* immer auf Grundlage eines Antibiogramms erfolgen. Auch bei erfolgreicher Behandlung kann davon ausgegangen werden, dass das Tier für einige Zeit Träger von ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* im Darm bleiben. Meist werden die ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* mit der Zeit von selbst eliminiert, insbesondere wenn keine Risikofaktoren für eine Kolonisation mehr vorliegen.

Vorkommen und Risikofaktoren beim Menschen.

ESBL wurden bei Menschen erstmals in den 80-er Jahren beschrieben.³⁴ Bis vor einigen Jahren waren ESBL-produzierende Bakterien vor allem als Spitalkeime ein Problem, mittlerweile findet man diese Bakterien aber auch ausserhalb des Spitals.^{37,55}

Es gibt nur wenige Daten über die Häufigkeit der Kolonisation mit ESBL-produzierenden Bakterien bei gesunden Personen in der Schweiz. In einer Studie bei gesunden Mitarbeitern eines fleischverarbeitenden Betriebes wurden bei 6% der Probanden ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* nachgewiesen.³⁷ In einer weiteren Studie mit 291 Hausarztpatienten konnte bei 5% der Personen eine Darmkolonisation nachgewiesen werden.⁵⁰

Es ist noch wenig darüber bekannt, wie häufig ESBL-produzierende Keime von Haustieren auf den Menschen übertragen werden. Es gibt nur wenige Studien, welche darauf hinweisen, dass die Haltung von Haustieren ein Risikofaktor für die Kolonisation mit ESBL-produzierenden *Enterobacteriaceae* sein könnte.^{40,42}

Carbapenemase-produzierende *Enterobacteriaceae* (CPE)

Carbapenemasen sind Enzyme, welche nebst der Resistenz gegen Penicilline und Cephalosporine auch eine Resistenz gegen Carbapeneme vermitteln. Carbapeneme sind oft die letzte Möglichkeit, Infektionen mit multiresistenten Gram-negativen Bakterien zu behandeln.⁴² Wie ESBL spielen auch Carbapenemasen als Resistenzmechanismus vor allem bei *Enterobacteriaceae* eine Rolle. Weil nebst der Resistenz gegen alle Beta-Lactam-Antibiotika und Carbapeneme meist noch zusätzlich Resistenzen assoziiert sind, sind die Therapieoptionen bei Infektionen mit Carbapenemase-produzierenden *Enterobacteriaceae* (CPE) sehr limitiert.

Antibiotikaresistente Bakterien bei Hund und Katze: Empfehlungen für Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster, B. Willi

Antibiotikaresistente
Bakterien bei Hund und
Katze: Empfehlungen für
Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster,
B. Willi

Vorkommen und Risikofaktoren bei Hund und Katze. Carbapenemase-produzierende *E. coli* wurden bei Hunden erstmals 2008 nachgewiesen.³⁵ Carbapenemasen wurden auch bei *Acinetobacter* oder *Pseudomonas* Isolaten bei Haustieren gefunden.^{19,60} Carbapeneme sind nicht für die Therapie von Tieren zugelassen, und CPE wurden bisher nur sehr selten bei Hunden und Katzen in China, Algerien, Australien, USA und Europa identifiziert.^{35,42} Eine aktuelle Studie konnte diese Keime jedoch bei Hunden und Katzen in der Schweiz nach Hospitalisation nachweisen.⁴⁸ Über Risikofaktoren für ein CPE Trägertum bei Haustieren liegen bisher kaum Daten vor.

Vorkommen und Risikofaktoren beim Menschen. CPE sind seit Ende der 90-er Jahren beim Menschen beschrieben. Es ist noch unklar, in wie weit CPE vom Haustier auf den Menschen übertragen werden können. Es existieren einzelne Berichte von CPE Kolonisation bei Haustieren, bei welchen die gleichen Isolate beim Besitzer der Hunde bzw. bei Mitarbeitern von Kleintierkliniken nachgewiesen wurden, in denen die Tiere behandelt wurden.^{16,26,42} Die Richtung der Übertragung (Haustier → Mensch, Mensch → Haustier) ist aus diesen Studien nicht ersichtlich, es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass eine Übertragung in beide Richtungen möglich ist. Ein Kontakt zu Tieren ist nicht als Risikofaktor bekannt, andere Risikofaktoren spielen eine zentrale Rolle.⁶⁵ Wie ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* verursachen auch CPE bei Kolonisation keine Krankheit, können aber als opportunistische Pathogene bei Harnwegs- oder postoperativen Wundinfektionen beteiligt sein. Die Behandlung solcher Infektionen ist schwierig und macht i.d.R. einen Spitalaufenthalt und eine Therapie mit Reserveantibiotika notwendig.

Empfehlungen zur Risikoreduktion

Grundsätzlich kann die Übertragung von Keimen von Hund und Katze auf den Menschen durch direkten Kontakt oder indirekt durch Kontaminationen der Umgebung oder mangelnde Händehygiene der Kontaktpersonen in der Tierklinik/-praxis oder zu Hause stattfinden. Hospitalisation und Antibiotikabehandlungen sind die zwei wichtigsten Risikofaktoren für eine Kolonisation oder Infektion mit antibiotikaresistenten Keimen bei Hunden und Katzen.¹³ Folglich ist eine gute Infektionsprävention in der Tierarztklinik/-praxis und ein sachgemässer Einsatz von Antibiotika essentiell um die Risiken zu reduzieren. Dabei kommt einer optimalen Händehygiene begleitet von Schutzmassnahmen wie Schutzkleidung oder Quarantäne in den Kliniken und Praxen eine grosse Bedeutung zu.⁹ Als Hilfsmittel für den sachgemässen Einsatz von Antibiotika stehen in der

Schweiz ein Therapieleitfaden und der AntibioticScout (www.antibioticscout.ch) zur Verfügung.^{1,53}

Auch im Haushalt sollten Hygienemassnahmen beim Umgang mit Tieren mit antibiotikaresistenten Keimen eingehalten werden.^{11,67} Studien legen jedoch nahe, dass viele Tierhalter wenig Kenntnisse über Risiken und risikoreduzierende Massnahmen im Umgang mit ihren Haustieren haben.^{13,46} Die im Folgenden aufgeführten Massnahmen basieren auf dem aktuellen Wissensstand und der übereinstimmenden Meinung der in der Arbeitsgruppe beteiligten Experten. Sie sollten eigentlich immer im Umgang mit Hunden und Katzen befolgt werden, um das Risiko der Übertragung von Keimen auf den Menschen zu reduzieren. Nicht alle Massnahmen sind im Alltag einfach umzusetzen. Wenn bei Tieren antibiotikaresistente Keime nachgewiesen wurden, muss auf die konsequente Umsetzung dieser Massnahmen jedoch besonderen Wert gelegt werden. Die Tierärzteschaft kann durch Aufklärung und Information der Tierhalter einen wichtigen Beitrag leisten. Sinnvoll ist eine gezielte Beratung, welche Massnahmen bei welchen Keimen von besonderer Wichtigkeit sind.

Information der Medizinalpersonen

Ärzte/innen und Tierärzte/innen sollten vor jeder Behandlung über den Nachweis antibiotikaresistenter Bakterien beim Haustier (und idealerweise beim Tierbesitzer) informiert werden. Die Information dient unter anderem dazu, dass in der Kleintierklinik/-praxis spezielle Hygienemassnahmen eingehalten werden können, um eine Übertragung der Keime auf andere Tiere zu verhindern. Auch Menschen, die antibiotikaresistente Keime auf sich tragen, werden beim Arzt oder im Spital unter speziellen Schutzmassnahmen betreut.

Hygienemassnahmen zu Hause Handhygiene

Handhygiene ist die wichtigste Massnahme zur Verhinderung der Übertragung von Infektionserregern.⁷⁰ Bereits 1847 führte Ignaz Semmelweis das gehäufte Auftreten von Kindbettfieber bei Wöchnerinnen auf mangelhafte Händehygiene bei Ärzten und Krankenhauspersonal zurück.

Im Umgang mit Tieren zu Hause wird generell empfohlen, nach jedem Kontakt die Hände gründlich zu waschen. Eine Studie zeigte, dass 75% der Kinder die Hände „manchmal“ nach Tierkontakt reinigen, jedoch nur ein kleiner Prozentsatz immer.⁶³ Beim Umgang mit Tieren mit resistenten Keimen sollte auf die Einhaltung der Händehygiene grossen Wert gelegt werden. Insbesondere wenn diese Tiere in einem Haushalt mit gefährdeten Personen leben, wird eine Desinfektion der Hände mit einem Handdesinfektionsmittel empfohlen. Die Hände sollten insbesondere nach Kontakt mit Kot, Urin

und nach der Pflege und Reinigung der Haut oder der Ohren des betroffenen Tieres gründlich gereinigt bzw. desinfiziert werden. Bei der Pflege und Behandlung von Wunden müssen Einweghandschuhe getragen werden und nach Abziehen der Handschuhe die Hände gründlich gewaschen oder desinfiziert werden. Die regelmäßige Reinigung von Fressnäpfen, Spielzeug etc. und die Sauberhaltung der Liegeplätze sollte eine Selbstverständlichkeit sein.

Weitere Hygienemassnahmen

Kein «Maul-zu-Mund»-Kontakt mit dem Tier. Das Maul von Hund und Katze beherbergt viele Keime und bei engem Kontakt können die Maul- bzw. Mundkeime bei Mensch und Tier sehr ähnlich sein.^{5,75} Das Ablecken des Gesichts ist im Umgang mit den eigenen Haustieren sehr häufig und wird sogar bei Kindern und bei Immungeschwächten oft akzeptiert.^{10,28,63} Humane Infektionen mit multiresistenten Staphylokokken, die vermutlich durch das häufige Ablecken des Gesichts durch den Hund und teilweise im Zusammenhang mit Wunden entstanden sind, sind beschrieben.¹⁰ Das Ablecken des Gesichtes und der Hände durch Tiere mit antibiotikaresistenten Keimen sollte auf jeden Fall unterbunden werden. Wenn dies doch passiert, sollten die betroffenen Stellen gewaschen werden.

Keine Tiere in den Betten der Familie. Je nach Land und Spezies schlafen bis zu 62% der Haustiere in den Betten ihrer Besitzer.^{10,63} Auch bei Kindern und bei immunkompromittierten Personen ist dies übliche Praxis.²⁸ Tiere mit antibiotikaresistenten Keimen sollten möglichst nicht im Schlafzimmer und auf keinen Fall in den Betten der Halter schlafen.

Auf die Verfütterung von rohem Fleisch verzichten. Die Verfütterung von rohem Tierfutter (BARFEN) wird immer beliebter, v.a. bei Hunden.^{14,63} Umfragen bei Tierhaltern zeigen, dass 94% der Tierhalter der Meinung sind, BARFEN sei absolut sicher.⁴⁶ Rohes Tierfutter ist oft mit zahlreichen Keimen kontaminiert.²⁹ In einer Untersuchung des Instituts für Lebensmittelsicherheit und -hygiene der Vetsuisse-Fakultät Zürich wurden bei 73% der kommerziell erhältlichen Rohfleischdiäten die mikrobiologischen Standards nicht erfüllt, in 63% der Proben waren antibiotikaresistente Bakterien, bei 4% sogar Salmonellen nachweisbar.⁴⁹ In einer anderen Studie wurde gezeigt, dass mit rohem Tierfutter gefütterte Tiere wesentlich öfter ESBL-produzierende *Enterobacteriaceae* ausscheiden als Kontrolltiere.⁵⁹ Dabei stellen sie eine Gefährdung für die Personen in der Umgebung dar. Von einer Verfütterung von rohem Fleisch wird somit dringend abgeraten. Wird dennoch rohes Fleisch verfüttert, muss bei der Zubereitung auf eine strikte Küchenhygiene geachtet werden.

Aufgrund der Möglichkeit, dass resistente Keime mittels Kontakt auf andere Tiere oder Menschen übertragen werden können, kann es sinnvoll sein, bei Tieren mit grossflächigen Infektionen (z.B. Hautinfektionen oder infizierten Wunden) so lange den Kontakt zu anderen Individuen zu begrenzen, bis ein klinisches Ansprechen auf die Therapie vorliegt.⁴⁷ In der Tierarztpraxis oder -klinik sollten Tiere mit Infektionen mit resistenten Bakterien immer mittels entsprechender Schutzmassnahmen (Schutzkleidung, Quarantänemassnahmen) untersucht bzw. hospitalisiert werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die oben aufgeführten Vorsichtsmassnahmen prinzipiell ausreichend sind, um das Risiko der Übertragung von resistenten Keimen von Haustieren auf den Menschen zu reduzieren. Jedoch fehlen zum jetzigen Zeitpunkt Daten und Erfahrungen zum Risiko im Umgang mit Hunden und Katzen, welche eine CPE Kolonisation oder Infektion aufweisen. Da CPE Infektionen beim Menschen aufgrund der sehr eingeschränkten Therapieoptionen schwerwiegende Konsequenzen nach sich ziehen können, sollte das Risiko und die nötigen Massnahmen im Einzelfall durch Fachleute der Human- und Veterinärmedizin (insbesondere Infektiologen) beurteilt werden. Wenn bei den Tierbesitzern oder ihrer Familie eine ärztliche Behandlung ansteht, muss die behandelnde Ärztin/der behandelnde Arzt zwingend über die CPE Infektion oder Kolonisation des Haustiers informiert werden.

Schlussfolgerung

Antibiotikaresistente Keime sind auch bei Hunden und Katzen von zunehmender Bedeutung. Der Nachweis solcher Keime führt zur Verunsicherung und einem Informationsbedürfnis bei den Tierhaltern. Durch eine Arbeitsgruppe mit Fachexperten aus Human- und Veterinärmedizin wurden deshalb Empfehlungen erarbeitet, welche das Risiko einer Übertragung dieser Keime auf den Menschen reduzieren sollen. Das Ergebnis ist ein Ratgeber für Tierhalter, der die wichtigsten Fragen zu diesem Thema, basierend auf dem aktuellen Wissensstand und der übereinstimmenden Meinung der beteiligten Experten, beantwortet (Box 1).²

Nicht alle aufgeführten Massnahmen sind im Alltag einfach umzusetzen. Auch wenn das Risiko einer Infektion von Menschen durch antibiotikaresistente Keime vom Haustier als sehr klein eingeschätzt wird, sollten die Tierhalter adäquat informiert und motiviert werden, die aufgeführten Massnahmen umzusetzen, um das Risiko der Übertragung und Verbreitung der Keime zu reduzieren.

Antibiotikaresistente Bakterien bei Hund und Katze: Empfehlungen für Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster, B. Willi

Antibiotikaresistente
Bakterien bei Hund und
Katze: Empfehlungen für
Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster,
B. Willi

Die Erarbeitung der Empfehlungen war nur möglich durch eine enge Zusammenarbeit von Experten aus Human- und Veterinärmedizin. Bei komplizierten Fällen und komplexen Situationen sollten Spezialisten (Infektiologen) beigezogen werden, um die Risiken und Massnahmen zu beurteilen. Die Zusammenarbeit von Veterinär- und Humanmedizin ist in diesem Bereich gefordert – One Health ist hier eine echte Chance.

Bactéries résistantes aux antibiotiques chez les chiens et les chats: recommandations aux propriétaires

Les germes résistants aux antibiotiques revêtent une importance croissante en médecine humaine et vétérinaire. Les cliniques et pratiques pour petits animaux sont également confrontées à des patients chez lesquels des germes résistants aux antibiotiques ont été détectés. Quel risque ces animaux présentent-ils pour les propriétaires d'animaux? Comment réduire le risque de transmission à l'homme? Un groupe de travail composé d'experts en médecine humaine et vétérinaire a élaboré un guide pour les propriétaires dont les chiens ou les chats sont porteurs de germes résistants aux antibiotiques. Le guide contient des informations générales sur les germes résistants aux antibiotiques les plus importants chez les chiens et les chats, à savoir les staphylocoques résistants à la méthicilline et les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE) et de carbapénémases. Des mesures sont également répertoriées pour réduire le risque de transmission de ces germes à l'homme. Cette revue explique les informations de base sur les propriétés des germes et leur occurrence, les facteurs de risque chez les chiens, les chats et les humains, et explique les mesures recommandées.

Mots-clés: antibiotiques, chiens, chats, One Health, résistance, propriétaires d'animaux

Danksagung

Die Erarbeitung des Ratgebers für Halter von Hunden und Katzen, die Träger von antibiotikaresistenten Keimen sind, war nur möglich durch die engagierte Mitarbeit von Marco Rossi, Sarah Schmitt, Stefan Schellenberg, Simone Schuller und Stefanie Gobeli Brawand. Wir danken auch der Schweizerischen Gesellschaft für Spitalhygiene, der Schweizerischen Gesellschaft für Infektiologie, Swissnoso, der GST, der SVK und der Vetsuisse-Fakultät für den Review und die Unterstützung des Merkblatts.

Batteri resistenti agli antibiotici nei cani e nei gatti: raccomandazioni per i proprietari

I germi resistenti agli antibiotici sono sempre più importanti nella medicina umana e veterinaria. Anche le cliniche e gli ambulatori per piccoli animali sono confrontati a pazienti in cui sono stati rilevati germi resistenti agli antibiotici. Che rischio comportano questi animali per i proprietari? Come si può ridurre il rischio di trasmissione all'uomo? Un gruppo di lavoro con esperti di medicina umana e veterinaria ha sviluppato una guida per i proprietari i cui cani o gatti sono portatori di germi resistenti agli antibiotici. La guida fornisce informazioni di base sui più importanti germi resistenti agli antibiotici nei cani e nei gatti, vale a dire gli stafilococchi resistenti alla meticillina, la beta-lattamasi a spettro esteso (ESBL) e le *Enterobacteriaceae* che producono carbapenemasi. Inoltre essa elenca le misure per ridurre il rischio di trasmissione di questi germi all'uomo. Questa revisione fornisce informazioni di base sulle caratteristiche dei germi e sulla loro presenza, sui fattori di rischio nei cani, nei gatti e negli esseri umani, e descrive le misure raccomandate.

Parole chiave: antibiotici, cani, gatti, One Health, resistenza, proprietari di animali domestici

Literatur

- ¹ Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Hunden und Katzen. Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte. 2019. <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/tierarzneimittel/antibiotika/nationale-strategie-antibiotikaresistenzen--star--sachgemeaesser-antibiotikaein-satz.html> (accessed 17.09.2019)
- ² Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). Multiresistente Keime bei meinem Haustier – was nun? 2019. https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/48/48DF3714B1101EE-9B2AEA653_26006CE0.pdf (accessed 17.02.2020)
- ³ Bannoehr J, Ben Zakour NL, Waller AS, Guardabassi L, Thoday KL, van den Broek AH, Fitzgerald JR: Population genetic structure of the *Staphylococcus intermedius* group: insights into agr diversification and the emergence of methicillin-resistant strains. *J Bacteriol* 2007;189:8685-8692.
- ⁴ Belas A, Salazar AS, Gama LT, Couto N, Pomba C: Risk factors for faecal colonisation with *Escherichia coli* producing extended-spectrum and plasmid-mediated AmpC beta-lactamases in dogs. *Vet Rec* 2014;175:202.
- ⁵ Booij-Vrieling HE, van der Reijden WA, Houwers DJ, de Wit WE, Bosch-Tijhof CJ, Penning LC, van Winkelhoff AJ, Hazewinkel HA: Comparison of periodontal pathogens between cats and their owners. *Vet Microbiol* 2010;144:147-152.
- ⁶ Boost MV, So SY, Perreten V: Low rate of methicillin-resistant coagulase-positive staphylococcal colonization of veterinary personnel in Hong Kong. *Zoonoses Public Health* 2011;58:36-40.
- ⁷ Borjesson S, Gomez-Sanz E, Ekstrom K, Torres C, Gronlund U: *Staphylococcus pseudintermedius* can be misdiagnosed as *Staphylococcus aureus* in humans with dog bite wounds. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2015;34:839-844.
- ⁸ Cain CL: Antimicrobial resistance in staphylococci in small animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2013;43:19-40.
- ⁹ Canadian Committee on Antibiotic Resistance (CCAR). Infection prevention and control best practice for small animal veterinary clinics. University of Guelph, Guelph, Canada, 2008. <https://www.wormsandgermsblog.com/files/2008/04/CCAR-Guidelines-Final2.pdf> (accessed 17.09.2019).
- ¹⁰ Chomel BB, Sun B: Zoonoses in the Bedroom. *Emerging Infectious Diseases* 2011;17:167-172.
- ¹¹ Committee for Medicinal Products for Veterinary Use (CVMP). Reflection paper on the risk of antimicrobial resistance transfer from companion animals. European Medicines Agency, London, UK, 2015. https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-risk-antimicrobial-resistance-transfer-companion-animals_en.pdf (accessed 14.09.2017).
- ¹² Dall'Ara P: Immune System and Ageing in the Dog: Possible Consequences and Control Strategies. *Veterinary Research Communications* 2003;27:535-542.
- ¹³ Damborg P, Broens EM, Chomel BB, Guenther S, Pasmans F, Wagenaar JA, Weese JS, Wieler LH, Windahl U, Vanrompay D, Guardabassi L: Bacterial Zoonoses Transmitted by Household Pets: State-of-the-Art and Future Perspectives for Targeted Research and Policy Actions. *J Comp Pathol* 2016;155:S27-40.
- ¹⁴ Davies RH, Lawes JR, Wales AD: Raw diets for dogs and cats: a review, with particular reference to microbiological hazards. *J Small Anim Pract* 2019;60:329-339.
- ¹⁵ Devriese LA, Vancanneyt M, Baele M, Vaneechoutte M, De Graef E, Snauwaert C, Cleenwerck I, Dawyndt P, Swings J, Decostere A, Haesebrouck F: *Staphylococcus pseudintermedius* sp. nov., a coagulase-positive species from animals. *Int J Syst Evol Microbiol* 2005;55:1569-1573.
- ¹⁶ Endimiani A, Brillhante M, Bernasconi OJ, Perreten V, Schmidt S, Dazio V, Nigg A, Gobeli Brawand S, Kuster SP, Schuller S, Willi B: Employees of Swiss Veterinary Clinics Colonized with Hyperepidemic Clones of Carbapenemase-Producing *Escherichia coli*. *J Antimicrob Chemother* 2020;75:766-768.
- ¹⁷ Ewers C, Grobbel M, Bethe A, Wieler LH, Guenther S: Extended-spectrum beta-lactamases-producing gram-negative bacteria in companion animals: action is clearly warranted! *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 2011;124:94-101.
- ¹⁸ Ewers C, Bethe A, Semmler T, Guenther S, Wieler LH: Extended-spectrum beta-lactamase-producing and AmpC-producing *Escherichia coli* from livestock and companion animals, and their putative impact on public health: a global perspective. *Clin Microbiol Infect* 2012;18:646-655.
- ¹⁹ Ewers C, Klotz P, Scheufen S, Leidner U, Gottig S, Semmler T: Genome sequence of OXA-23 producing *Acinetobacter baumannii* IHIT7853, a carbapenem-resistant strain from a cat belonging to international clone IC1. *Gut Pathog* 2016;8:37.
- ²⁰ Federal Office of Public Health and Federal Food Safety and Veterinary Office. Swiss Antibiotic Resistance Report 2018. Usage of Antibiotics and Occurrence of Antibiotic Resistance in Bacteria from Humans and Animals in Switzerland. 2018. FOPH publication number: 2018-OEG-87.
- ²¹ Frank LA, Kania SA, Kirzeder EM, Eberlein LC, Bemis DA: Risk of colonization or gene transfer to owners of dogs with methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius*. *Vet Dermatol* 2009;20:496-501.
- ²² Fritzenwanker M, Imirzalioglu C, Herold S, Wagenlehner FM, Zimmer K, Chakraborty T: Therapieoptionen bei Carbapenem-resistenten gramnegativen Erregern. *Deutsches Ärzteblatt* 2018;115:345-352.
- ²³ Gandolfi-Decristophoris P, Petrini O, Ruggeri-Bernardi N, Schelling E: Extended-spectrum beta-lactamase-producing *Enterobacteriaceae* in healthy companion animals living in nursing homes and in the community. *Am J Infect Control* 2013;41:831-835.
- ²⁴ Gandolfi-Decristophoris P, Regula G, Petrini O, Zinsstag J, Schelling E: Prevalence and risk factors for carriage of multi-drug resistant *Staphylococci* in healthy cats and dogs. *J Vet Sci* 2013;14:449-456.
- ²⁵ Giger U, Smith J. Immunodeficiencies and Infectious Diseases. In: Greene CE (ed.), *Infectious Diseases of the Dog and Cat – 4th edition*. Elsevier Saunders, Missouri, USA, 2012:1101-1115.
- ²⁶ Gronthal T, Osterblad M, Eklund M, Jalava J, Nykasenoja S, Pekkanen K, Rantala M: Sharing more than friendship - transmission of NDM-5 ST167 and CTX-M-9 ST69 *Escherichia coli* between dogs and humans in a family, Finland, 2015. *Euro Surveill* 2018;23.
- ²⁷ Guardabassi L, Schwarz S, Lloyd DH: Pet animals as reservoirs of antimicrobial-resistant bacteria. *J Antimicrob Chemother* 2004;54:321-332.

Antibiotikaresistente Bakterien bei Hund und Katze: Empfehlungen für Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster, B. Willi

Antibiotikaresistente Bakterien bei Hund und Katze: Empfehlungen für Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster, B. Willi

- ²⁸ Gurry GA, Campion V, Premawardena C, Woolley I, Shortt J, Bowden DK, Kaplan Z, Dendle C: High rates of potentially infectious exposures between immunocompromised patients and their companion animals: an unmet need for education. *Intern Med J* 2017;47:333-335.
- ²⁹ Hellgren J, Hasto LS, Wikstrom C, Fernstrom LL, Hansson I: Occurrence of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* and *Enterobacteriaceae* in raw meat-based diets for dogs. *Vet Rec* 2019;184:442.
- ³⁰ Holmes AH, Moore LS, Sundsfjord A, Steinbakk M, Regmi S, Karkey A, Guerin PJ, Piddock LJ: Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *Lancet* 2016;387:176-187.
- ³¹ Ippolito G, Leone S, Lauria FN, Nicastrì E, Wenzel RP: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: the superbug. *Int J Infect Dis* 2010;14 Suppl 4:S7-11.
- ³² Ishihara K, Shimokubo N, Sakagami A, Ueno H, Muramatsu Y, Kadosawa T, Yanagisawa C, Hanaki H, Nakajima C, Suzuki Y, Tamura Y: Occurrence and molecular characteristics of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in an academic veterinary hospital. *Appl Environ Microbiol* 2010;76:5165-5174.
- ³³ Kaspar U, von Lutzau A, Schlattmann A, Roesler U, Kock R, Becker K: Zoonotic multidrug-resistant microorganisms among small companion animals in Germany. *PLoS One* 2018;13:e0208364.
- ³⁴ Kliebe C, Nies BA, Meyer JF, Tolxdorff-Neutzling RM, Wiedemann B: Evolution of plasmid-coded resistance to broad-spectrum cephalosporins. *Antimicrob Agents Chemother* 1985;28:302-307.
- ³⁵ Kock R, Daniels-Haardt I, Becker K, Mellmann A, Friedrich AW, Mevius D, Schwarz S, Jurke A: Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* in wildlife, food-producing, and companion animals: a systematic review. *Clin Microbiol Infect* 2018;24:1241-1250.
- ³⁶ Kock R, Becker K, Cookson B, van Gemert-Pijnen JE, Harbarth S, Kluytmans J, Mielke M, Peters G, Skov RL, Struelens MJ, Tacconelli E, Witte W, Friedrich AW: Systematic literature analysis and review of targeted preventive measures to limit healthcare-associated infections by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Euro Surveill* 2014;19.
- ³⁷ Kronenberg A, Hilty M, Endimiani A, Muhlemann K: Temporal trends of extended-spectrum cephalosporin-resistant *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* isolates in in- and outpatients in Switzerland, 2004 to 2011. *Euro Surveill* 2013;18.
- ³⁸ Laarhoven LM, de Heus P, van Luijn J, Duim B, Wagenaar JA, van Duijkeren E: Longitudinal study on methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in households. *PLoS One* 2011;6:e27788.
- ³⁹ Lefebvre SL, Reid-Smith RJ, Waltner-Toews D, Weese JS: Incidence of acquisition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Clostridium difficile*, and other healthcare-associated pathogens by dogs that participate in animal-assisted interventions. *J Am Vet Med Assoc* 2009;234:1404-1417.
- ⁴⁰ Ljungquist O, Ljungquist D, Myrenas M, Ryden C, Finn M, Bengtsson B: Evidence of household transfer of ESBL-/pAmpC-producing *Enterobacteriaceae* between humans and dogs - a pilot study. *Infect Ecol Epidemiol* 2016;6:31514.
- ⁴¹ Loncaric I, Tichy A, Handler S, Szostak MP, Tickert M, Diab-Elschahawi M, Spersger J, Kunzel F: Prevalence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus* sp. (MRS) in Different Companion Animals and Determination of Risk Factors for Colonization with MRS. *Antibiotics (Basel)* 2019;8.
- ⁴² Madec JY, Haenni M, Nordmann P, Poirel L: Extended-spectrum beta-lactamase/AmpC- and carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae* in animals: a threat for humans? *Clin Microbiol Infect* 2017;23:826-833.
- ⁴³ Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, Harbarth S, Hindler JF, Kahlmeter G, Olsson-Liljequist B, Paterson DL, Rice LB, Stelling J, Struelens MJ, Vatopoulos A, Weber JT, Monnet DL: Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pan-drug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect* 2012;18:268-281.
- ⁴⁴ Matsumoto Y, Ikeda F, Kamimura T, Yokota Y, Mine Y: Novel plasmid-mediated beta-lactamase from *Escherichia coli* that inactivates oxyimino-cephalosporins. *Antimicrob Agents Chemother* 1988;32:1243-1246.
- ⁴⁵ McEwen SA, Collignon PJ: Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiol Spectr* 2018;6.
- ⁴⁶ Morelli G, Bastianello S, Catellani P, Ricci R: Raw meat-based diets for dogs: survey of owners' motivations, attitudes and practices. *BMC Vet Res* 2019;15:74.
- ⁴⁷ Morris DO, Loeffler A, Davis MF, Guardabassi L, Weese JS: Recommendations for approaches to methicillin-resistant staphylococcal infections of small animals: diagnosis, therapeutic considerations and preventative measures. Clinical Consensus Guidelines of the World Association for Veterinary Dermatology. *Vet Dermatol* 2017;28:304-e369.
- ⁴⁸ Nigg A, Brillhante M, Dazio V, Clément M, Collaud A, Gobeli Brawand S, Willi B, Endimiani A, Schuller S, Perreten V: Shedding of OXA-181-carbapenemase-producing *Escherichia coli* from companion animals after hospitalization in Switzerland: an outbreak in 2018. *Euro Surveill* 2019;24.
- ⁴⁹ Nüesch-Inderbilen M, Treier A, Zurfluh K, Stephan R: Raw meat-based diets for companion animals: a risk for the transmission of pathogenic and antimicrobial resistant *Enterobacteriaceae*. *R Soc Open Sci* 2019;6:191170.
- ⁵⁰ Nüesch-Inderbilen MT, Abgottspon H, Zurfluh K, Nüesch HJ, Stephan R, Hachler H: Cross-sectional study on fecal carriage of *Enterobacteriaceae* with resistance to extended-spectrum cephalosporins in primary care patients. *Microb Drug Resist* 2013;19:362-369.
- ⁵¹ Paul NC, Moodley A, Ghibaudo G, Guardabassi L: Carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in small animal veterinarians: indirect evidence of zoonotic transmission. *Zoonoses Public Health* 2011;58:533-539.
- ⁵² Perreten V, Kadlec K, Schwarz S, Gronlund Andersson U, Finn M, Greko C, Moodley A, Kania SA, Frank LA, Bemis DA, Franco A, Iurescia M, Battisti A, Duim B, Wagenaar JA, van Duijkeren E, Weese JS, Fitzgerald JR, Rossano A, Guardabassi L: Clonal spread of methicillin-resistant *Staphylococcus pseudintermedius* in Europe and North America: an international multicentre study. *J Antimicrob Chemother* 2010;65:1145-1154.
- ⁵³ Peter R, Demuth D, Muntener C, Lampart M, Heim D, Mevissen M, Schupbach-Regula G, Schuller S, Stucki F, Willi B, Burkhardt W, Francey T, Nett C, Tschuor F, Naegeli H: [AntibioticScout.ch: A decision supporting tool for antimicrobial stewardship: application to companion animal medicine]. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2017;159:525-533.

- ⁵⁴ Pires Dos Santos T, Damborg P, Moodley A, Guardabassi L: Systematic Review on Global Epidemiology of Methicillin-Resistant *Staphylococcus pseudintermedius*: Inference of Population Structure from Multilocus Sequence Typing Data. *Front Microbiol* 2016;7:1599.
- ⁵⁵ Pitout JD, Nordmann P, Laupland KB, Poirel L: Emergence of *Enterobacteriaceae* producing extended-spectrum beta-lactamases (ESBLs) in the community. *J Antimicrob Chemother* 2005;56:52-59.
- ⁵⁶ Pomba C, Rantala M, Greko C, Baptiste KE, Catry B, van Duijkeren E, Mateus A, Moreno MA, Pyorala S, Ruzauskas M, Sanders P, Teale C, Threlfall EJ, Kunsagi Z, Torren-Edo J, Jukes H, Torneke K: Public health risk of antimicrobial resistance transfer from companion animals. *J Antimicrob Chemother* 2017;72:957-968.
- ⁵⁷ Rubin JE, Pitout JD: Extended-spectrum beta-lactamase, carbapenemase and AmpC producing *Enterobacteriaceae* in companion animals. *Vet Microbiol* 2014;170:10-18.
- ⁵⁸ Sasaki T, Kikuchi K, Tanaka Y, Takahashi N, Kamata S, Hiramatsu K: Reclassification of phenotypically identified staphylococcus intermedius strains. *J Clin Microbiol* 2007;45:2770-2778.
- ⁵⁹ Schlesinger DP, Joffe DJ: Raw food diets in companion animals: a critical review. *Can Vet J* 2011;52:50-54.
- ⁶⁰ Sellera FP, Fernandes MR, Sabino CP, de Freitas LM, da Silva L, Pogliani FC, Ribeiro MS, Hamblin MR, Lincopan N: Effective treatment and decolonization of a dog infected with carbapenemase (VIM-2)-producing *Pseudomonas aeruginosa* using probiotic and photodynamic therapies. *Vet Dermatol* 2019. doi: 10.1111/vde.12714 (accessed 18.02.2020).
- ⁶¹ Smith TC, Pearson N: The emergence of *Staphylococcus aureus* ST398. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2011;11:327-339.
- ⁶² Stull JW, Brophy J, Weese JS: Reducing the risk of pet-associated zoonotic infections. *CMAJ* 2015;187:736-743.
- ⁶³ Stull JW, Peregrine AS, Sargeant JM, Weese JS: Household knowledge, attitudes and practices related to pet contact and associated zoonoses in Ontario, Canada. *BMC Public Health* 2012;12:553.
- ⁶⁴ Turner NA, Sharma-Kuinkel BK, Maskarinec SA, Eichenberger EM, Shah PP, Carugati M, Holland TL, Fowler VG, Jr.: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: an overview of basic and clinical research. *Nat Rev Microbiol* 2019;17:203-218.
- ⁶⁵ van Duin D, Doi Y: The global epidemiology of carbapenemase-producing *Enterobacteriaceae*. *Virulence* 2017;8:460-469.
- ⁶⁶ Weese JS: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in animals. *ILAR J* 2010;51:233-244.
- ⁶⁷ Weese JS, van Duijkeren E: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pseudintermedius* in veterinary medicine. *Vet Microbiol* 2010;140:418-429.
- ⁶⁸ Weese JS, Faires MC, Frank LA, Reynolds LM, Battisti A: Factors associated with methicillin-resistant versus methicillin-susceptible *Staphylococcus pseudintermedius* infection in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2012;240:1450-1455.
- ⁶⁹ Wettstein Rosenkranz W, Rothenanger E, Brodard I, Collaud A, Overesch G, Bigler B, Marschall J, Perreten V: Nasal carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) among Swiss veterinary health care providers: detection of livestock- and healthcare-associated clones. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2014;156:317-325.
- ⁷⁰ World Health Organization (WHO). WHO guidelines on hand hygiene in health care. Geneva, Switzerland, 2009. <https://www.who.int/gpsc/5may/tools/9789241597906/en/> (accessed 14.09.2019).
- ⁷¹ World Health Organization (WHO). Antimicrobial resistance: global report on surveillance. Geneva, Switzerland, 2014. <https://www.who.int/antimicrobial-resistance/publications/surveillancereport/en/> (accessed 14.09.2019).
- ⁷² World Health Organization (WHO). Global Action Plan on Antimicrobial Resistance. Geneva, Switzerland, 2015. <https://www.who.int/antimicrobial-resistance/global-action-plan/en/> (accessed 14.09.2019).
- ⁷³ Wieler LH, Ewers C, Guenther S, Walther B, Lubke-Becker A: Methicillin-resistant staphylococci (MRS) and extended-spectrum beta-lactamases (ESBL)-producing *Enterobacteriaceae* in companion animals: nosocomial infections as one reason for the rising prevalence of these potential zoonotic pathogens in clinical samples. *Int J Med Microbiol* 2011;301:635-641.
- ⁷⁴ Wipf JR, Perreten V: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from dogs and cats in Switzerland. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2016;158:443-450.
- ⁷⁵ Yamasaki Y, Nomura R, Nakano K, Naka S, Matsumoto-Nakano M, Asai F, Ooshima T: Distribution of periodontopathic bacterial species in dogs and their owners. *Arch Oral Biol* 2012;57:1183-1188.

Korrespondenzadresse

Barbara Willi
 Klinik für Kleintiermedizin
 Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich
 Winterthurerstrasse 260
 8057 Zürich
 Schweiz
 Tel: +41 (0)44 635 81 12
 E-Mail: bwilli@vetclinics.uzh.ch

Antibiotikaresistente
 Bakterien bei Hund und
 Katze: Empfehlungen für
 Halterinnen und Halter

D. Heim, S.P. Kuster,
 B. Willi