

## Schlüsselwörter

*Staphylococcus aureus*

MRSA

Haustiere

Pferd

Hund

Katze

## Keywords

*Staphylococcus aureus*

MRSA

Pets

Companion animals

Horse

Dog

Cat

## \*Korrespondierender Autor

Dr. med. Robin Köck  
Institut für Hygiene  
Universitätsklinikum Münster  
Robert-Koch-Str. 41  
48149 Münster  
E-Mail: robin.koeck@ukmuenster.de

Robin Köck<sup>1\*</sup>, Christiane Cuny<sup>2</sup>, Birgit Walther<sup>3</sup>  
für den Forschungsverbund MedVet-Staph

1 Universitätsklinikum Münster, Institut für Hygiene, Münster

2 Robert Koch-Institut, Berlin und Wernigerode

3 Freie Universität Berlin, Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen, Berlin

# MRSA bei Haustieren: Bedeutung für den Menschen

MRSA in companion animals: the impact for humans

## Zusammenfassung

Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) sind wichtige Infektionserreger bei Haustieren und bei Menschen. Untersuchungen zur zoonotischen Bedeutung des Erregers haben gezeigt, dass MRSA zwischen Mensch und Haustier (z. B. Pferd, Hunde, Katzen, Papageien) in beiden Richtungen übertragen werden kann. Deshalb sollte das Haustierreservoir nicht vergessen werden, insbesondere wenn Dekolonisierungstherapien bei Haustierbesitzern durchgeführt werden sollen.

HygMed 2013; 38 [7/8]: 284–287

## Summary

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) are important causes of infection in companion animals and in humans. Studies evaluating the zoonotic impact of MRSA have revealed that MRSA can be transmitted from humans to companion animals (e.g. horses, dogs, cats, parrots) or vice versa. In consequence, the MRSA reservoir in household animals should be considered especially when decolonisation therapies are performed among human pet owners.

## Einleitung

*Staphylococcus aureus* ist ein bakterieller Erreger, der den Menschen und zahlreiche Tierspezies besiedeln und infizieren kann. Beim Menschen gehört er zu den häufigsten Erregern von putriden Haut- oder Weichgewebeinfektionen und kann Pneumonien, Endokarditis und Osteomyelitis auslösen. Typischerweise werden *S. aureus*-Infektionen mittels Beta-Lactam-Antibiotika (z. B. Flucloxacillin, Amoxicillin/Clavulansäure, Cephalosporine der ersten und zwei-

ten Generation) therapiert. Diese Behandlungsoption besteht allerdings nicht bei sogenannten Methicillin-resistenten *S. aureus* (MRSA), da bei dieser Variante der Prozess der Zellwandbildung durch ein zusätzliches Protein (PBP2a) auch in Gegenwart von Beta-Lactamen aufrechterhalten werden kann [1].

Frühe Studien, die sich mit der Frage beschäftigt haben, ob die *S. aureus*-Stämme, die bei Tieren und beim Menschen vorkommen, unterschiedlich sind, haben basierend auf phänotypischen Charakterisierungen bestimmte „Ecovare“ definiert: Dabei wurden Ecovare von *S. aureus* identifiziert, die typisch für den Menschen („hominis“), Rinder („bovis“), Schafe („ovis“) oder Geflügel („gallinae“) waren [2–4]. Spätere Studien, die genetische Fingerabdruckverfahren angewendet haben, zeigten aber, dass allem Anschein nach viele *S. aureus*-Stämme keine strenge „Spezies-Spezifität“ zeigen, sondern dass manche *S. aureus* durchaus in der Lage sind, verschiedene Spezies zu besiedeln oder zu infizieren („Extended-Host-Spectrum Genotypes“) [5]. So wird das zoonotische Potenzial von *S. aureus*, also die Frage wie häufig der Erreger zwischen Tier und Mensch übertragen wird, zunehmend diskutiert. Insbesondere die Übertragung von MRSA ist hierbei relevant.

## Nutztiere

Für den Nutztierbereich wurde in den vergangenen Jahren durch zahlreiche Arbeiten belegt, dass MRSA auf Landwirte, Veterinäre und andere Personen mit direktem oder indirektem Tierkontakt (z. B. Familienangehörige von Landwirten) übertragen werden. Zusammenfassend deuten hier die Untersuchungen darauf hin, dass insbesondere ein spezieller MRSA-Klon („ST398“),

sich bei den Nutztieren durch Tierhandel und -transport verbreitet hat, der jetzt europaweit Nutztierbestände (Schweine, Rinder, Geflügel) besiedelt und sehr effektiv auf den Menschen übergeht. Dies führt zu nasalen MRSA-ST398 Besiedlungsraten von 77–86 % bei Landwirten, 45 % bei Fachtierärzten für Schweine, und ca. 5 % bei Familienangehörigen von diesen Personen [6]. Erste Ergebnisse einer am Robert Koch-Institut durchgeführten Kohortenstudie unter Veterinären und deren Familienmitgliedern deuten darauf hin, dass 12,8 % der Haushaltskontaktpersonen genetisch identische MRSA tragen [7].

## Haustiere

Neben dem Auftreten (meist in Form einer symptomlosen Besiedlung) von MRSA bei landwirtschaftlichen Nutztieren sind MRSA auch in der Kleintier- und Pferdemedizin ein großes infektionsmedizinisches Problem, sowohl für die betroffenen Tiere als auch für veterinärmedizinische Mitarbeiter sowie für die Tierbesitzer [8–10].

Im Sinne des „One Health“-Gedankens sollten Haustiere bei der epidemiologischen Betrachtung von MRSA berücksichtigt werden: In Deutschland besaßen z. B. 2010 etwa 16,3 % der Haushalte Katzen, 13,2 % Hunde und 4,9 % Ziervögel [Quelle: [www.statista.de](http://www.statista.de); Umfrage: Industrieverband Heimtierbedarf e.V. – Der Deutsche Heimtiermarkt 2010].

Die Art der Verbreitung, die Transmissionsdynamik und der genetische Hintergrund der bei Haustieren wie Hunden, Katzen und Pferden vorkommenden MRSA scheint sich wesentlich von dem Auftreten in Nutztierbeständen zu unterscheiden. Grundsätzlich ist bekannt, dass MRSA auch bei Papageien, anderen Vögeln, Kaninchen, Hamstern, Meerschweinchen, Ratten, Schildkröten, Fledermäusen und Leguanen gefunden werden kann [11].

Zur Häufigkeit von asymptomatischen MRSA-Besiedlungen bei Haustieren in Deutschland liegen keine Untersuchungen vor. Dass Hunde, Katzen und Pferde jedoch grundsätzlich mit MRSA kolonisiert sein können, z. T. sogar über mehrere Monate hinweg, ist unstrittig [12–16]. Darüber hinaus konnte beispielsweise auch gezeigt werden, dass *S. aureus*-Isolate von erkrankten Hunden den gleichen Genotyp-Linien angehören, wie sie gewöhnlicher Weise auch für menschliche Isolate bekannt sind,

unabhängig von einer eventuell vorliegenden Methicillinresistenz [17].

Eine gerade beendete Studie der Freien Universität Berlin im Rahmen des Med-Vet-Staph Verbundes [[www.medvetstaph.net](http://www.medvetstaph.net)] hat insgesamt mehr als 5.000 Wundabstriche von Hunden, Katzen und Pferden auf *S. aureus* bzw. MRSA untersucht. Dabei konnte klar gezeigt werden, dass *S. aureus* nach wie vor ein bedeutender Wundinfektionserreger bei Hunden (9,4 %), Katzen (13,4 %) und Pferden (22,8 %) ist. Unerwartet hoch hingegen war der jeweilige Anteil MRSA: für Hunde über 3 % aller Abstriche, bei Katzen fast 6 % und für Abstriche von Pferdewunden sogar über 9 % (unveröffentlichte Daten: Freie Universität Berlin, Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen).

Ähnlich der Situation beim Menschen spielt der Erreger MRSA auch als „Nosokomialerreger“ bei Haustieren eine ganz erhebliche Rolle, sowohl im Kleintier- wie auch im Pferdebereich [10, 18–20]. Auch die nasale Kolonisation des Personals spielt in beiden klinischen Bereichen, analog zur Humanmedizin, eine bedeutende Rolle [18, 21–25].

Ähnlich sind auch die möglichen Übertragungswege, wie z. B. eine Studie zu Umgebungskontaminationen in einer Tierklinik in Kanada zeigte. MRSA konnten auf Thermometern, Otoskopien, sowie auf Telefonen oder Tastaturen nachgewiesen werden [26]. In einer Fall-Kontroll-Studie in England wurden zudem Risikofaktoren bei 105 Hunden und Katzen mit MRSA erfasst. Dabei zeigte sich, dass die Zahl antibiotischer Vorbehandlungen, ein vorangegangener Aufenthalt in Veterinärkliniken und die Versorgung mit Implantaten signifikant mit MRSA-Infektionen assoziiert waren [27].

## Übertragung zwischen Tier und Mensch

Hinsichtlich der Art der bei Haustieren nachgewiesenen MRSA zeigte eine Studie in einer Tierklinik in Philadelphia, dass unter *S. aureus* Isolatoren von 46 Katzen (2002–5), 13 (28 %) MRSA waren; alle Isolate besaßen molekulare Charakteristika, die denen von humanen MRSA-Stämmen ähnelten, so dass eine Übertragung zwischen Tier und Mensch angenommen werden konnte [28]. Bei einer Untersuchung von MRSA-Isolaten von Hunden und Katzen, die aufgrund von Infektionen in einer Tierklinik in Hannover (2003–4) vorgestellt wurden,

wurde festgestellt, dass die Katzen meist mit MRSA-Stämmen der klonalen Linie ST22 besiedelt waren; diese gehören auch zu den häufigsten humanen, Krankenhaus-assoziierten MRSA [29]. Bei einer Untersuchung von 869 klinischen Materialien (Wundabstriche etc.) von Kleintieren (vor allem Hunden und Katzen) in einer Berliner Tierklinik (2003–4) wurden 61 *S. aureus*-Isolate gefunden; davon waren 34 (55,7 %) Methicillin-sensibel und 27 (44,3 %) MRSA. MRSA wurde dabei in Isolaten von Hunden, Katzen, Meerschweinchen, Hasen, Papageien und Schildkröten gefunden. Die genetische Analyse der MRSA-Isolate zeigt, dass auch hier die Mehrzahl der Stämme (> 80 %) dem Typ ST22 angehörte [30]. Bei der Charakterisierung von MRSA-Isolaten von Katzen und Hunden in Großbritannien und in den USA wurden ebenfalls klassische, humane MRSA, die in dieser Region bei Menschen in Krankenhäusern oder in der Allgemeinbevölkerung verbreitet sind, nachgewiesen [31–33]. Obwohl der Weg der Übertragung (Mensch auf Tier vs. Tier auf Mensch) durch diese Untersuchungen nicht eindeutig zu klären ist, deuten diese Befunde darauf hin, dass Menschen ein wichtiges Reservoir für die MRSA-Besiedlung und Infektion von Haustieren darstellen, d. h. die Übertragung scheint oft vom Menschen (der MRSA z. B. im Krankenhaus erworben hat) auf das Tier zu erfolgen. Auf der anderen Seite haben einzelne Studien aber auch gezeigt, dass die bei Haustieren und deren Besitzern gefundenen MRSA nicht in allen Fällen genetisch identisch sein müssen [34], so dass weitere Quellen für MRSA bei Haustieren infrage kommen.

Die Ursachen für eine Übertragung können vielfältig sein. Eine kürzlich veröffentlichte Berliner Studie zeigt, dass Hunde meist mit in der Wohnung des Tierbesitzers leben (89 %), mit auf dem Sofa sitzen (68,5 %) sowie die Hände (93,5 %) bzw. das Gesicht (53 %) des Besitzers ablecken dürfen. Knapp 40 % der 108 befragten Hundebesitzer gaben an, ihren Hund im eigenen Bett zu dulden [35]. Zudem können MRSA aufgrund ihrer großen Überlebensfähigkeit in der Umwelt auf Oberflächen im Haushalt persistieren, die dann ebenfalls Quellen für Transmissionen darstellen [6].

Dieser enge räumliche und körperliche Kontakt erhöht zwangsläufig die Übertragungswahrscheinlichkeit MRSA (und anderen Mikroorganismen) zwischen Mensch und Tier in beide Richtungen. Das bedeu-

tet, dass auch die Übertragung von MRSA von besiedelten Haustieren auf den Menschen vorkommen kann, wie folgendes Beispiel zeigt: Bei einem Ausbruch von Furunkulose durch Panton Valentine-Leukozidin (PVL)-positive MRSA in einer Familie konnte die MRSA-Kolonisation bei den menschlichen Familienmitgliedern nicht dauerhaft beendet werden, ohne die ebenfalls besiedelte Katze der Familie in die Maßnahme einzubeziehen und mittels topischer Antibiotikatherapie zu behandeln [36]. Bei 49 Patienten, die sich aufgrund von MRSA-Infektionen in einer Ambulanz in den USA vorstellten und die mit Haustieren in einem Haushalt lebten, wurde MRSA in 8,2 % der Fälle von mindestens einem Haustier (Hunde, Katzen, Hamster) isoliert [37], was eine Abschätzung der Transmissionshäufigkeit im Haushalt erlaubt. Vor diesem Hintergrund sind auch MRSA-Besiedlungen bei Haustieren, die in Einrichtungen des Gesundheitswesens (Heime) gehalten werden, zu erwähnen [38].

## Dekolonisierungstherapie bei Haustieren

Eine wichtige Frage ist deshalb die Effektivität der Durchführbarkeit von Dekolonisierungstherapien bei Haustieren. Beim Menschen werden solche Therapien (mittels Mupirocin-Nasensalbe und begleitenden Rachenspülungen bzw. Hautwaschungen) mit einem hohen Kurzzeit- und mittlerem Langzeiterfolg durchgeführt. Für Haustiere sind Dekolonisierungstherapien jedoch wenig untersucht. In Einzelfällen wurden topische und systemische Therapievorsuche zum Beispiel mittels Mupirocin/Triclosan, Chlorhexidin, Vancomycin-Salbe, Doxycyclin/Rifampicin oder Ciprofloxacin/Rifampicin durchgeführt [6, 39]. Jedoch gibt es nur wenige Studien zu der Frage, wie bei den Haustieren topische Mittel sicher appliziert werden können und welche Mittel hier erfolgreich sind, so dass aktuell keine Empfehlungen zur Technik der Durchführung von MRSA-Dekolonisierungstherapien bei Haustieren vorliegen. Grundsätzlich gilt, dass hier niemals ohne sichere Erregeridentifikation (hohe Prävalenz von Methicillin-resistenten *S. pseudintermedius* (MRSP) bei Hunden!) und auf Basis eines aussagefähigen Antibiogramms vorgegangen werden sollte.

## Diskussion aus krankenhaushygienischer Sicht

Die derzeitigen Kenntnisse zur Epidemiologie von MRSA bei Haus- und Hobbytieren in Deutschland deuten nicht darauf hin, dass Haustierbesitzer als „Risikogruppe“ für eine MRSA-Besiedlung angesehen werden müssten. Somit erscheint ein MRSA-Screening aller Haustierbesitzer vor invasiven Interventionen (analog zu den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention für Nutztierhalter, [40]) nicht indiziert. Jedoch deuten die Untersuchungsergebnisse darauf hin, dass ein Austausch von MRSA zwischen Haustier und Haustierbesitzer stattfinden kann. Dies bedeutet, dass Haustiere bei Ausbruchsuntersuchungen (z. B. bei MRSA-Ausbrüchen in Alten- und Pflegeheimen in denen Haustiere gehalten werden) als potenzielle Quellen für MRSA berücksichtigt werden sollten. Zudem kann es sinnvoll sein, in Fällen, in denen ambulant durchgeführte MRSA-Dekolonisierungstherapien beim Menschen frustant verlaufen, Haustiere als Quellen für einen „Ping-Pong“-Effekt in Betracht zu ziehen. Falls dies zu einer Wiederbesiedlung des Menschen führt, fehlen jedoch Daten, ob und wie MRSA-Dekolonisierungstherapien auch beim Tier durchgeführt werden können, um eine Lösung dieses Problems zu erreichen.

## Danksagung

Der Forschungsverbund MedVet-Staph wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Die Autoren bedanken sich herzlichst bei allen anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Doktorandinnen und Doktoranden und technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die die Projektarbeit seit 2010 unterstützen.

## Interessenkonflikt

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

## Literatur

1. Pinho MG, de Lencastre H, et al. An acquired and a native penicillin-binding protein cooperate in building the cell wall of drug-resistant staphylococci. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2001;98:10886–10891.
2. Devriese, LA. A simplified system for biotyping *Staphylococcus aureus* strains isolated from animal species. *The Journal of Applied Bacteriology* 1984;56:215–220.
3. Meyer, M. A proposal for subdividing the species *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Systematic Bacteriology* 1967;7:387–389.
4. Witte W, Hummel R, et al. On the ecology of *Staphylococcus aureus*: characterization of strains from chicken. *Zeitschrift für allgemeine Mikrobiologie* 1977;17:639–644.
5. Walther B, Monecke S, et al. Comparative molecular analysis substantiates zoonotic potential of equine methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Clin Microbiol* 2009;47:704–710.
6. Köck R, Becker K, et al. Bedeutung von MRSA als Erreger zoonotischer Erkrankungen in Deutschland. *Hyg Med* 2012;37:502–506.
7. Hermes J, Witte W, et al. Prevalence of MRSA nasal colonization over time in veterinarians and their household contacts in Germany. *Int J Med Microbiol* 2012;302S1:146.
8. Walther B, Lübke-Becker A, et al. Wundinfektionen durch methicillinresistente *Staphylococcus* spp. (MRS) bei Kleintieren und Pferden: klin. Bedeutung, Therapie und Prophylaxe. *Tierärztliche Praxis: Ausgabe K, Kleintiere, Heimtiere* 2008;36:5–10.
9. Walther B, Wieler LH, et al. Occurrence and clonal spread of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a small animal hospital. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift (BMTW) (Themenheft zur Tagung der Fachgruppe „Bakteriologie und Mykologie“ 15–17. Juni 2006, Wetzlar)*.
10. Wieler LH, Ewers C, et al. 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.
11. Davis MF, Iverson SA, et al. Household transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other staphylococci. *Lancet Infect Dis* 2012;12:703–716.
12. Manian FA. Asymptomatic nasal carriage of mupirocin-resistant, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in a pet dog associated with MRSA infection in household contacts. *Clin Infect Dis* 2003;36(2):e26–28.
13. Hanselman BA, Kruth S, et al. Methicillin-resistant staphylococcal colonization in dogs entering a veterinary teaching hospital. *Vet Microbiol* 2008;126:277–281.
14. Hanselman BA, Kruth SA, et al. Coagulase positive staphylococcal colonization of humans and their household pets. *Can Vet J* 2009;50(9):954–958.
15. Nienhoff U, Kadlec K, et al. Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains between humans and dogs: two case reports. *J Antimicrob Chemother* 2009;64:660–662.

16. Bergstrom K, Bengtsson B, et al. Longitudinal study of horses for carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* following wound infections. *Veterinary Microbiology* 2013;163:388–391.
17. Vincze S, Stamm I, et al. Molecular Analysis of Human and Canine *Staphylococcus aureus* Strains Reveals Distinct Extended-Host-Spectrum Genotypes Independent of Their Methicillin Resistance. *Appl Environ Microbiol* 2013;79:655–662.
18. Weese J, Rousseau J, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses at a veterinary teaching hospital: frequency, characterization, and association with clinical disease. *J Vet Intern Med* 2006;20:182–186.
19. Walther B, Wieler LH, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from small and exotic animals at a university hospital during routine microbiological examinations. *Vet Microbiol* 2008;127:171–178.
20. Walther B, Grobbel M. Nosokomiale Infektionen in der Kleintierpraxis. *Kleintierpraxis* 2009;54(1):33–42.
21. Loeffler A, Boag AK, et al. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* among staff and pets in a small animal referral hospital in the UK. *J Antimicrob Chemother* 2005;56:692–697.
22. Weese JS, Rousseau J, et al. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in horses and humans who work with horses. *J Am Vet Med Assoc* 2005;226:580–583.
23. Cuny C, Kueimmerle J, et al. Emergence of MRSA infections in horses in a veterinary hospital: strain characterisation and comparison with MRSA from humans. *Euro Surveill* 2006;11:44–47.
24. Hanselman BA, Kruth SA, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization in veterinary personnel. *Emerg Infect Dis* 2006;12:1933–1938.
25. McLean CL, Ness MG. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a veterinary orthopaedic referral hospital: staff nasal colonisation and incidence of clinical cases. *J Small Anim Pract* 2008;49:170–177.
26. Murphy CP, Reid-Smith RJ, et al. *Escherichia coli* and selected veterinary and zoonotic pathogens isolated from environmental sites in companion animal veterinary hospitals in southern Ontario. *The Canadian Veterinary Journal* 2010;51:963–972.
27. Soares Magalhães RJ, Loeffler A, et al. Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infection in dogs and cats: a case-control study. *Veterinary Research* 2010;41:55.
28. Morris DO, Maudlin EA, et al. Clinical, microbiological, and molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in cats. *Am J Vet Res* 2006;67:1421–1425.
29. Strommenger B, Kehrenberg C, et al. Molecular characterization of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains from pet animals and their relationship to human isolates. *J Antimicrob Chemotherapy* 2006;57:461–465.
30. Walther B, Wieler LH, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from small and exotic animals at a university hospital during routine microbiological examinations. *Veterinary Microbiology* 2008;127:171–178.
31. Moodley A, Stegger A, et al. spa typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from domestic animals and veterinary staff in the UK and Ireland. *J Antimicrob Chemotherapy* 2006;58:1118–1123.
32. Rich M, Roberts L, et al. Methicillin-resistant staphylococci isolated from animals. *Vet Microbiol* 2005;105:313–314.
33. Lin Y, Barker E, et al. Evidence of multiple virulence subtypes in nosocomial and community-associated MRSA genotypes in companion animals from the upper midwestern and northeastern United States. *Clinical Medicine and Research* 2011;9:7–16.
34. Morris DO, Lautenbach E, et al. Potential for pet animals to harbour methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* when residing with human MRSA patients. *Zoonoses and Public Health* 2012;59:286–93.
35. Walther B, Hermes J, et al. Sharing more than friendship – nasal colonization with coagulase-positive staphylococci (CPS) and co-habitation aspects of dogs and their owners. *PLoS one* 2012;7:e35197.
36. Sing A, Tuschak C, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a family and its pet cat. *N Engl J Med* 2008;358:1200–1201.
37. Ferreira JP, Anderson KL, et al. Transmission of MRSA between companion animals and infected human patients presenting to outpatient medical care facilities. *PLoS One* 2011;6(11):e26978.
38. Coughlan K, Olsen KE, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in resident animals of a long-term care facility. *Zoonoses and Public Health*. 2010;57:220–226.
39. Bramble M, Morris D, et al. Potential role of pet animals in household transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: a narrative review. *Vector Borne Zoonotic Diseases* 2011;11:617–620.
40. Robert-Koch-Institut: Mitteilungen der KRINKO und des RKI. Kommentar zu den „Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von MRSA-Stämmen in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen“ Hinweise zu Risikopopulationen für die Kolonisation mit MRSA. *Epidemiologisches Bulletin* 2008;42:363–4.