

Antibiotika und (multi-)resistente Keime in der Tierhaltung

Fehlentwicklungen und Gefahren für die Humanmedizin

Der Einsatz von Antibiotika zur Bekämpfung von Krankheiten bei Schwein, Geflügel und Rindern ist in der industriellen Landwirtschaft nicht die Ausnahme, sondern an der Tagesordnung. Die häufige Behandlung bleibt nicht ohne Folgen: Krankheitserreger entwickeln Resistenzen, d.h. sie werden unempfindlich gegen gängige Antibiotika. Ein Problem, das nicht nur die Veterinärmedizin vor immer größere Probleme stellt.

Die Arzneimittel aus der Tierhaltung werden nämlich ebenso in Krankenhäusern bzw. am Menschen eingesetzt. Das macht resistente Erreger zu einem immer größeren Problem, insbesondere weil viele von ihnen gleich gegen mehrere Antibiotika unempfindlich werden. Die Bekämpfung dieser multiresistenten Keime wird immer schwerer, in letzter Konsequenz muss dann auf sogenannte „Reserve-Antibiotika“ zurückgegriffen werden. Sollten die Erreger auch dagegen Resistenzen entwickeln, könnte die Medizin in einigen Fällen endgültig scheitern. Die Weltgesundheitsorganisation warnt bereits vor einem „postantibiotischen Zeitalter“ für den Fall, dass nicht schnell und entschieden genug gegen die Ausbreitung von Resistenzen vorgegangen werde.¹ In der EU sterben schon heute etwa 25.000 Menschen jährlich an den Folgen einer von resistenten Bakterien ausgelösten Infektion.² Besonders gefährdet sind Patienten mit einem geschwächten Immunsystem.

Menschen können mit multiresistenten Bakterien besiedelt sein, ohne dies zu bemerken. Problematisch wird es dann,

wenn eine Infektion mit einem Antibiotikum behandelt wird, gegen das potentielle Krankheitserreger resistent sind. Diese Erreger erhalten einen „Wettbewerbsvorteil“ gegenüber anderen Bakterien und können Infektionen hervorrufen – die bei Vorliegen einer Multiresistenz äußerst schwer in den Griff zu bekommen sind. Möglich ist auch der Gentransfer von harmlosen, resistenten Keimen auf gefährliche Krankheitserreger.

Antibiotikaeinsatz in Deutschland

In der Humanmedizin werden jährlich etwa 700 bis 800 Tonnen Antibiotika eingesetzt. Bezogen auf die Tagesdosen liegt der Einsatz sogenannter „Reserve-Antibiotika“, also besonders wichtigen Wirkstoffen, in den letzten Jahren relativ stabil bei etwa 40 Prozent.³

Verlässliche Daten aus der Tierhaltung liegen erst seit 2011 vor, ältere Zahlen beruhen auf Schätzungen. Bis 2015 wurde die Menge abgegebener Antibiotika von einem extrem hohen Niveau (1706 Tonnen) auf 805 Tonnen gut halbiert.⁴ Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit BVL weist aber darauf hin, dass der Rückgang nicht zwingend als Indiz für weniger Antibiotikatherapien gewertet werden kann. Das Amt sieht einen möglichen „Zusammenhang mit der öffentlichen Diskussion zur Antibiotikaresistenz und der Forderung

³https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3

⁴http://www.bvl.bund.de/DE/08_PresseInfothek/01_FuerJournalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/05_Tierarzneimittel/2016/2016_08_03_pi_Antibiotikaabgabemenge2015.html

¹<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/amr-report/en/>

²<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170222>

Spendenkonto

GLS Gemeinschaftsbank eG, KTO: 33 401, BLZ: 430 609 67
IBAN DE49 4306 0967 0000 0334 01, BIC GENODEM1GLS

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabzugsfähig.

nach Reduktion des Antibiotikaeinsatzes“. Der Rückgang könnte auch „durch den vermehrten Einsatz von Wirkstoffen, die in geringerer Dosierung pro kg Körpergewicht angewendet werden, ausgeglichen werden“⁵. So werden einige Wirkstoffe beim Schwein in einer Dosierung von zwei Milligramm je Kilogramm Körpergewicht eingesetzt, andere in sehr viel höheren Dosen von bis zu 33 Milligramm.⁶ Zahlen zu Therapiehäufigkeit und Absatzmengen sind daher nicht einfach zu interpretieren, absolute Mengen sind nur bedingt aussagekräftig. Reserveantibiotika (nach Definition der WHO) machen etwa zehn Prozent der Abgabemengen aus.

Mengenmäßig spielt der Einsatz bei Schweinen die größte Rolle. 2011 wurden hier 79,5 Prozent der Antibiotika in der Tierhaltung eingesetzt.

Im europäischen Vergleich steht Deutschland keineswegs gut da: 2014 wurden je Kilogramm erzeugtes Fleisch etwa 150 Milligramm (mg) Antibiotika eingesetzt, mit diesem Wert befindet sich Deutschland im oberen Mittelfeld. An der Spitze der Statistik standen Spanien (419 mg) und Italien (391 mg), viele Länder kommen aber auch mit deutlich weniger Antibiotika aus, z.B. Schweden (11,5 mg) und Dänemark (44,2 mg).⁷

Entwicklung resistenter Keime

Die Ausbildung von Resistenzen gegen Antibiotika erfolgt unter dem selektiven Druck, den das Mittel auf Bakterien ausübt. Entsteht zufällig eine Resistenz oder gelangt ein resistentes Bakterium in eine Umgebung mit dem Antibiotikum, findet es besonders vorteilhafte Bedingungen für seine Entwicklung und Ausbreitung vor, da alle sensitiven Bakterien abgetötet werden.

⁵https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3

⁶ Berechnet nach

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Other/2016/04/WC500205410.pdf

⁷http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Report/2016/10/WC500214217.pdf

Viele Antibiotika-Resistenzen können zudem zwischen Bakterien „ausgetauscht“ werden. Immer mehr Bakterien werden so unempfindlich gegen immer mehr Antibiotika, immer neue Resistenzmechanismen entwickeln sich.

Die Entstehung und Ausbreitung resistenter Keime hängt also maßgeblich von der Häufigkeit und dem Umfang des Einsatzes der Mittel ab. Der massive Einsatz von Antibiotika gefährdet die Wirksamkeit dieser Medikamente. Verschärfend kommt hinzu, dass die Entdeckung oder Entwicklung neuer Wirkstoffe mit antimikrobieller Wirkung bei weitem nicht mit der Resistenzentwicklung Schritt halten kann.

Multiresistente Keime

Besonders gefährlich sind Bakterien, die gleich gegen mehrere Wirkstoffe oder ganze Wirkstoffgruppen Resistenzen entwickelt haben. Die wichtigsten Gruppen sind:

- ESBL, d.h. Stämme die „Extended Spectrum Beta-Lactamases“ produzieren. Das sind Enzyme, die bestimmte Antibiotika mit ähnlicher chemischer Struktur unschädlich machen können.
- MRSA, d.h. „Methicillin (oder multi-)resistente *Staphylococcus aureus*“; Krankheitserreger (z.B. *E. coli*), die gegen Methicillin und andere Antibiotika resistent sind.
- Zunehmende Bedeutung erlangen VRE, „Vancomycin-resistente Enterokokken“.
- Auch andere Erreger wie Salmonellen, Acinetobacter oder Neisseria werden immer mehr resistent gegen einzelne oder mehrere Antibiotika.

Resistente Keime aus und in der Tierhaltung

Zwischen dem Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung und Resistenzen bei Bakterien, die von diesen Tieren isoliert werden, besteht ein direkter Zusammenhang.

Die Verbreitung von Erregern, die zoonotische Infektionen auslösen (sogenannte „Zoonosen“, d.h. vom Tier auf den Menschen übertragbare Krankheiten), wird von offiziellen Stellen wegen der möglichen Gesundheitsgefahren stichprobenartig überprüft. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA verzeichnet weiterhin hohe Antibiotikaresistenzen bei Bakterien in Lebensmitteln, bei Tieren und Menschen.⁸ In Deutschland sind die Resistenzraten zwar leicht rückläufig, allerdings nehmen Resistenzen gegen besonders wichtige Antibiotika u.a. bei MRSA-Keimen zu.⁹

Es ist nur schwer nachzuweisen, aus welcher Quelle ein resistenter Keim stammt. Bei Tests tierischer Produkte ist eine Herkunft aus der Tierhaltung jedoch äußerst wahrscheinlich. Ein bestimmter MRSA-Stamm wird direkt mit der Tierhaltung in Verbindung gebracht und deshalb auch als „livestock-associated“ bezeichnet (LA-MRSA).

Keime, die in der Tierhaltung vorkommen, finden sich auch in den daraus gewonnenen Produkten, also im Fleisch. Handelt es sich dabei um Krankheitserreger, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden können (und andersherum), so spricht man bei den von ihnen ausgelösten Krankheiten von „Zoonosen“. Ihre Verbreitung wird in Stichproben überprüft.¹⁰ „Schlaktkörper“ von Schweinen waren dabei zuletzt höher mit MRSA belastet (nämlich zu 20,2 Prozent) als bei vorherigen Analysen. Auch in Schweinefleisch im Handel fanden sich 2015 mehr MRSA (in 13,1 Prozent des überprüften Fleisches). Besonders bedenklich ist dabei laut BVL, dass vermehrt Resistenzen gegen Antibiotika auftreten, die in der Humanmedizin bei MRSA-Infektionen eingesetzt werden.

⁸<http://www.efsa.europa.eu/de/press/news/170222>

⁹http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel

[tel/04_Zoonosen_Monitoring/Zoonosen_Monitoring_Bericht_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=5](http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/04_Zoonosen_Monitoring/Zoonosen_Monitoring_Bericht_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

¹⁰http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel

[tel/04_Zoonosen_Monitoring/Zoonosen_Monitoring_Bericht_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=6](http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/04_Zoonosen_Monitoring/Zoonosen_Monitoring_Bericht_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

Auch ESBL finden sich an Schweinen, in 46,3 Prozent der Stichproben wurden Cephalosporin-resistente *E.coli* gefunden. Die Nachweisrate im Schweinefleisch lag mit 5,7 Prozent zwar deutlich niedriger, aufgrund des möglichen Rohverzehr von Schweinefleisch ist eine Übertragung auf den Menschen über das Fleisch aber durchaus möglich. Ansonsten wird das akute Risiko des Verzehr keimbelasteten Fleisches als eher gering eingeschätzt.

Resistente Keime und Antibiotika in der Umwelt

Die Tierhaltung findet keineswegs in geschlossenen Systemen statt. Und so gelangen Keime nicht nur über tierische Produkte aus den Mastanlagen heraus zum Verbraucher, sondern auch über Gülle oder Luft in die Umwelt. Ähnliches gilt für die eingesetzten Antibiotika: Der Anteil, der als aktive Substanz wieder ausgeschieden wird, kann bis zu 95 Prozent betragen. Auch die Lagerung trägt nur bedingt zum Abbau bei. Mit Gülle oder Gärresten aus Biogasanlagen werden daher auch die dort enthaltenen Keime und Antibiotika großflächig in der Umwelt verteilt. Resistenzgene können dort an andere Bakterien weitergegeben werden, das Vorhandensein von Antibiotika begünstigt resistente Bakterien und den Gen-Austausch.¹¹ Seit dem Beginn der industriellen Produktion von Antibiotika (Penicilline, 1942) haben Resistenzen daher stetig zugenommen. Untersuchungen von Bodenproben ergaben Zuwächse von Resistenzgenen um das bis zu 15fache im Vergleich mit archivierten Bodenproben von 1940.¹²

Und das Problem bleibt nicht im Boden: Nutzpflanzen können sowohl Antibiotika als auch Keime aufnehmen und im Gewebe einlagern – ein weiteres Risiko für

¹¹ <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es901221x>

¹² http://www.deutschlandfunk.de/antibiotika-quelle-im-boden-foerdert-resistenzen.676.de.html?dram:article_id=294608

den Verbraucher, das von der intensiven Tierhaltung ausgeht.¹³

Keime werden außerdem über die Luft aus den Ställen herausgetragen. Eine 2015 veröffentlichte Untersuchung auf ESBL-*E.coli* fand zehn Prozent der in den Schweine- und Geflügelställen getesteten Bakterien resistent vor. Außerhalb der Ställe waren sechs Prozent der Luft- und 16 Prozent der Bodenproben mit resistenten *E.coli* belastet. Mäusekot und Fliegen außerhalb der Ställe trugen die gleichen Keime.¹⁴ Das nordrhein-westfälische Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz fand 2015 an fünf von zehn getesteten Schweinemastanlagen MRSA in der Abluft.¹⁵ MRSA-Keime konnten noch in 500 Metern Entfernung von Schweineställen nachgewiesen werden.¹⁶

Untersuchungen von Greenpeace bestätigten 2017, dass sowohl multiresistente Keime als auch Antibiotika mit Gülle in die Umwelt gelangen können: 13 von 19 untersuchten Proben (entspricht 68 Prozent) von Schweinegülle aus Ställen aus ganz Deutschland waren mit ESBL-bildenden Keimen belastet, in 6 der 13 ESBL-belasteten Proben wurden 3-MRGN nachgewiesen (entspricht 31 Prozent der Gesamtprobenzahl). In 15 der Proben fanden sich Rückstände von Antibiotika.¹⁷

Der Befund dieser Untersuchung stimmt somit mit einer vom Bundesforschungsministerium 2015 veröffentlichten Studie überein, wonach in der überwiegenden Anzahl der schweinehaltenden Betriebe ESBL-Erreger nachzuweisen sind (85 Prozent).¹⁸

¹³<http://www.laborundmore.com/archive/370333/Antibiotika-rueckstaende-aus-der-Landwirtschaft-%E2%80%93-Beitraege-zur-Resistenzentwicklung.html>

¹⁴<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113514004866>

¹⁵http://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/pdf/Gefahrstoffe_01-02_2016_X793-Gaertner.pdf

¹⁶<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113512000399>

¹⁷

https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/guellestest_2017-multiresistente_keime_und_antibiotika.pdf

¹⁸<https://www.bmbf.de/de/im-stall-und-auf-dem-feld-multiresistente-keime-sind-weit-verbreitet->

Resistente Keime aus der Landwirtschaft und Infektionen

Der Anteil des Einsatzes von Antibiotika in der Nutztierhaltung an der Zahl von Infektionen beim Menschen und sein genauer Beitrag zur Resistenzproblematik lässt sich laut Robert-Koch-Institut nicht exakt beziffern.¹⁹ Die genauesten Daten gibt es für MRSA. Bei einer Variante von LA-MRSA (die Variante CC398) kann zudem ziemlich sicher von einer Übertragung aus der Tierhaltung ausgegangen werden. Der Stamm besiedelt vor allem Menschen mit beruflichem Kontakt zu Tieren und kann auch Infektionen verursachen. Doch es gibt regionale Unterschiede. Normalerweise machen CC398-MRSA ca. zwei bis fünf Prozent der von Menschen isolierten MRSA aus. In Regionen mit einer hohen Dichte an Mastanlagen stieg der Anteil von CC398 unter allen MRSA, die Infektionen beim Menschen verursachten, auf zehn bis 15 Prozent bei einer Besiedlungsrate von bis zu 30 Prozent.²⁰ 2013 kam eine Studie bei der Analyse von über 14.000 Proben aus Deutschland und den Niederlanden aus den Jahren 2008 bis 2012 sogar auf einen Anteil von 18,6 Prozent der Infektionen. Personen, die beruflich auf Masttiere treffen, haben ein deutlich höheres Risiko. Bei 77 bis 86 Prozent der Landwirte, die in MRSA-positiven Schweinemastanlagen tätig sind, liegt eine Besiedlung der Nasenschleimhäute mit CC398 vor.²¹

Antibiotika in Fleisch und Knochen

Fleisch enthält nur äußerst selten auffällige Belastungen mit Antibiotika. 2014 enthielten 8 von 9533 untersuchten Schweinefleischproben Antibiotikarück-

1322.html

¹⁹http://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Krankenhausinfektionen-und-Antibiotikaresistenz/FAQ_Liste.html#FAQId6517972

²⁰<http://edoc.rki.de/oa/articles/reqbO3xJudkiU/PDF/21iMJd5Pze1s.pdf>

²¹<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0055040>

stände über den gesetzlichen Grenzwerten (entspricht 0,08%). Bei vier der Proben handelte es sich um Niere, die anderen vier waren Muskelfleisch. Tetracyclin war in einer Probe über dem Grenzwert von 100 µg/kg enthalten.²² In anderen Untersuchungen fand sich Tetracyclin in jeder dritten Schweinefleischprobe, ohne dass dabei Grenzwerte überschritten waren.²³ Wie bei Pestizidrückständen in pflanzlichen Lebensmitteln gilt: Rückstände unter erlaubter Höchstmenge bedeuten keineswegs Entwarnung. Chronische Effekte und Wechselwirkungen mit anderen Substanzen sind kaum untersucht und schwer zu beurteilen. Von daher bedeutet jeder Rückstand eines Arzneimittels ein weiteres Gesundheitsrisiko und sollte vermieden werden.

Knochen werden nicht routinemäßig auf Antibiotikarückstände untersucht. Es ist aber bekannt, dass sich Tetracycline während des Wachstums in Knochen ablagern. In Knochen, die unter Schwarzlicht (UV) deutliche Fluoreszenz aufwiesen (eine Eigenschaft von Tetracyclinen), konnte Greenpeace in Laboranalysen Tetracyclin-gehalte (Doxycyclin) von bis zu 9000 µg/kg nachweisen. Grenzwerte existieren allerdings nicht, in Muskelfleisch wäre der zulässige Wert von 100 µg/kg weit überschritten gewesen.

Ursachen für den zu hohen Antibiotikaeinsatz in der Tierhaltung

Der Einsatz von Antibiotika zu Zwecken der Leistungssteigerung bei Tieren ist in der EU seit 2006 verboten, ebenso die vorbeugende Gabe (Prophylaxe). Dennoch werden in der Praxis viele nicht erkrankte Tiere behandelt, weil eine Einzeltierbehandlung im Schweinestall schwierig, im Geflügelstall praktisch unmöglich ist. Daher werden ganzen Beständen über das Trinkwasser Antibiotika verabreicht, auch

wenn nur eines von 20 Tieren erkrankt ist. Diese sogenannte Metaphylaxe ist in Schweineställen gängige Praxis und steigert den Antibiotika-Einsatz über das notwendige Maß hinaus.

Ein weiteres Problem ist das sogenannte „Dispensierrecht“, das es Tierärzten erlaubt, Arzneimittel selbst herzustellen, zu lagern und zu verkaufen. Mengenrabatte der Pharmafirmen tragen zusätzlich dazu bei, dass kaum Interesse daran besteht, den Behandlungsaufwand zu reduzieren.

Der massive Antibiotika-Einsatz in der Tierhaltung muss reduziert werden. Statt hoher Arzneimittelgaben sollten die Ursachen für Krankheiten bekämpft werden. Die Haltungsbedingungen in der industriellen Tierhaltung machen die Tiere krank. Im aktuellen Status Quo werden die Erfolge, die mittels Hygienemaßnahmen realisiert werden können, nicht ausreichen um das Problem grundlegend zu bekämpfen. Tiere, die unter Stress und schlechten Haltungsbedingungen leiden, sind anfälliger für Krankheiten. In großen Mastanlagen, in denen viele Tiere dicht an dicht gehalten werden, können sich die Erreger schnell ausbreiten. Die Metaphylaxe begünstigt dabei (multi-) resistente Keime.

Auch EMA (European Medicines Agency) und EFSA (European Food Safety Authority) sehen hier Handlungsbedarf. Neben Reduktionsplänen, Reduktion der Metaphylaxe, Fortbildung, verantwortlichem Handeln der Tierärzte, liegt der Schlüssel im Überdenken der Haltungssysteme, um die inhärenten Krankheitsgefahren zu minimieren („rethinking livestock production systems to reduce inherent disease risks“). Die Stärkung der Robustheit und des Immunsystems durch bessere Haltungsbedingungen ist ein entscheidendes Element im Kampf gegen den hohen Antibiotika-Einsatz und resistente Keime.²⁴

²²

http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/08_nrkp_erkp/nrkp2014_bericht.html

²³ <http://www.bfr.bund.de/cm/343/untersuchungen-zu-antibiotikarueckstaenden-in-tierischen-lebensmitteln.pdf>

²⁴ <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.4666/full>

Weniger Antibiotika und Resistenzen durch bessere Haltung

Der Vergleich verschiedener Haltungssysteme hinsichtlich Antibiotikaeinsatzes und Vorkommen resistenter Keime zeigt trotz einer dünnen Datenlage eine deutliche Tendenz. So haben Wissenschaftler auf Ökobetrieben keine oder nur sehr selten multiresistente Bakterien finden können.²⁵ Eine Metaanalyse (Fromm et al 2013) zu den Risikofaktoren für Antibiotikaresistenzen in Schweinehaltungen zeigt, dass in Ökobetrieben in 13 Prozent aller Herden resistente Keime gefunden wurden. Dies wird vor allem auf den Zukauf von Ferkeln aus konventionellen Betrieben zurückgeführt. Dies ist in Ausnahmefällen erlaubt, wenn zeitweise zu wenige Ökoferkel verfügbar sind und wenn die Tiere dann den Großteil ihres Lebens auf dem Ökohof verbringen.

Dem gegenüber wurden Resistenzbelastungen in mehr als jedem zweiten konventionellen Betrieb gefunden. Großmastanlagen mit mehr als 5000 Schweinen sind laut dieser Untersuchung zu mehr als 70 Prozent mit Resistenzen kontaminiert.²⁶

Bei Schweinen aus alternativen Haltungssystemen sind Nachweise von Nutztier-assoziierten MRSA deutlich geringer bzw. bei den Tieren gar nicht vorhanden, wie eine Untersuchung in Betrieben bei Neuland e.V. zeigte (Cuny et al., 2012).²⁷ Biologisch gehaltene Schweine wiesen in den Niederlanden deutlich weniger MRSA auf (17 Prozent) als solche von konventionellen Betrieben (71 Prozent).²⁸ Auch ver-

zeichnen größere Betriebe höhere Resistenzraten als kleinere.²⁹ Ökologisch erzeugte Milch enthält weniger resistente Keime als konventionelle.³⁰ Werden die Ökotierte aber in Megaschlachthöfen zu Fleisch verarbeitet, so finden sich auf dem Fleisch teilweise die Belastungen, die im Stall noch nicht vorhanden waren. Auch Schlachthöfen sollte daher mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, wenn es darum geht die Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen zu senken.

Greenpeace fordert:

- Reduktion des Antibiotika-Einsatzes in der Nutztierhaltung durch
 - bessere Haltungsbedingungen
 - Reduktionsziele und -programme
 - Abschaffung der Metaphylaxe (Gruppenbehandlung)
- Abschaffung des „Dispensierrechts“ für Tierärzte, Verbot von Mengenrabatten für Tier-Arzneimittel und Einführung von Mindestpreisen.
- Verbot bzw. Einschränkung des Einsatzes von sogenannten Reserve-Antibiotika in der Tierhaltung
- Abschaffung des „Dispensierrechts“ für Tierärzte, Verbot von Mengenrabatten für Tier-Arzneimittel und Einführung von Mindestpreisen
- Antibiotika und Keime in der Umwelt müssen einem Monitoring unterworfen werden
- Grenzwerte für Antibiotika in Grund- und Oberflächenwasser

²⁵

http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus_mrsa_-11172.html

²⁶ Fromm et al 2013 (Metastudie);

<http://www.bfr.bund.de/cm/343/risikofaktoren-fuer-mrsa-in-der-tierproduktion-eine-metaanalyse.pdf>

²⁷ Cuny, C., Friedrich, AW., Witte, W., (2012): Absence of LA-MRSA CC398 as nasal colonizer of pigs raised in an alternative system. Appl Environ Microbiol. 78(4): 1296-7

²⁸ van de Vijver, L. P. L., Tulinski, P., Bondt, N., Mevius, D. and Verwer, C. (2014), Prevalence and Molecular Characteristics of Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) in Organic Pig

Herds in The Netherlands. Zoonoses Public Health, 61: 338–345. doi:10.1111/zph.12076

²⁹ https://edoc.ub.uni-muenchen.de/6100/1/Hoelzel_Christina.pdf

³⁰

https://www.bvl.bund.de/DE/08_Presselntothek/01_Fuer_Journalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/01_Lebensmittel/2016/2016_03_17_Pl_Zoonosen.html