

Gülletest 2017

Multiresistente Keime und Antibiotika in Gülle aus deutschen Schweineställen

Greenpeace testet Gülleproben aus sieben Bundesländern

Herausgeber:

Greenpeace e.V., Hamburg

V.i.S.d.P. Dr. Dirk Zimmermann

Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg

18. Mai 2017

1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Greenpeace hat im Frühjahr 2017 Gülleproben aus Schweineställen in Deutschland getestet. Untersucht wurde das Vorkommen von multiresistenten Keimen und von Antibiotika, die in der Tiermedizin eingesetzt werden und Resistenzen verursachen können.

In 68 Prozent der untersuchten Proben werden multiresistente Keime (ESBL/3-MRGN)^{1,2} und in 79 Prozent der Proben werden Antibiotika-Wirkstoffe nachgewiesen. Untersucht wurden insgesamt 19 Proben aus Ställen in Bayern, Brandenburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

Das Ergebnis dieser Studie lässt den Schluss zu, dass mit der Ausbringung von Schweinegülle sowohl multiresistente Keime, die potentiell Krankheiten bzw. Infektionen auch beim Menschen auslösen, sowie Antibiotika, die diese Resistenzen mitverantworten, großflächig in der Umwelt verteilt werden. Antibiotika und Keime können von Pflanzen aufgenommen werden wie Studien am Beispiel von Lauch und Weißkohl belegen.³ Somit sind die Tierhaltungsbetriebe neben den Schlachthöfen eine signifikante Quelle für die Ausbreitung von Keimen und Antibiotika über die Lebensmittelkette.

Die Auswirkungen auf die Humanmedizin sind derzeit schwer zu beurteilen, die Herkunft von Keimen ist bei Infektionen kaum nachweisbar. Jedoch werden Indizien für den Zusammenhang von häufiger auftretenden Infektionen in Regionen mit intensiver Tierhaltung in vielen Studien aufgezeigt.⁴

13 von 19 untersuchten Proben (entspricht 68 Prozent) von Schweinegülle sind mit ESBL-bildenden Keimen belastet, in 6 der 13 ESBL-belasteten Proben wurden 3-MRGN nachgewiesen (entspricht 31 Prozent der Gesamtprobenzahl).

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).⁵

MRSA wurden nur in einer der Proben nachgewiesen, obwohl gemäß einer 2016 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlichten Studie MRSA in bis zu 73 Prozent der schweinehaltenden Betriebe anzutreffen sind. Auch die Schweinemäster selbst sind häufig betroffen, bis zu 86 Prozent von ihnen sind mit MRSA besiedelt.⁶ Ein Erklärungsansatz für diesen Befund könnte sein, dass MRSA überwiegend Oberflächen, auch von Organismen, besiedeln. Im Darmtrakt von Wirbeltieren sind sie eher nicht zu erwarten. Hingegen sind ESBL-bildende Bakterien oft typische „Darmbakterien“, so wie die nachgewiesenen E.coli oder Enterobacter.

¹ Extended-Spectrum-Beta-Laktamase

² Multiresistente gramnegative Erreger

³ Pressemitteilung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR), 'Antibiotikaresistenzen: Erfolge interdisziplinärer Anstrengungen 15/2017, 26.04.2017':

http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2017/15/antibiotikaresistenzen_erfolge_interdisziplinärer_anstrengungen-200537.html; <http://www.bund-lemgo.de/download/GroteResistenteKeime.pdf>; Ergebnisse „RESET-Verbund“: <http://www.reset-verbund.de/>

⁴ z.B.: https://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/agrar/Studie-Antibiotika-und-Resistenzen.pdf

⁵ <https://www.bmbf.de/de/im-stall-und-auf-dem-feld-multiresistente-keime-sind-weit-verbreitet-1322.html>

⁶ Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, January 2016, Volume 59, Issue 1, pp 113–123: Antibiotika-resistente Erreger in Deutschland, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-015-2261-z>

In insgesamt 15 von 19 Proben werden Antibiotika-Wirkstoffe nachgewiesen, das entspricht 79 Prozent.

In elf von 19 Proben (58 Prozent) werden Antibiotika in Konzentrationen deutlich oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen, davon in acht Proben Wirkstoffe aus der Gruppe der Tetracycline (siebenmal Doxycyclin, einmal Tetracyclin). In drei Proben findet sich Sulfamethazin, ein Wirkstoff aus der Gruppe der Sulfonamide.

Die Konzentrationen an Tetracyclinen liegen zwischen 210µg/kg und 800µg/kg.

Die Konzentrationen von Sulfamethazin liegen zwischen 540µg/kg und 900µg/kg. Die Proben, in denen Sulfamethazin nachgewiesen wurde, stammen alle aus Thüringen. In zusätzlichen vier Proben werden Antibiotika identifiziert, die Konzentrationen liegen jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze. In einer Probe werden vier Wirkstoffe nebeneinander nachgewiesen, neben Doxycyclin zwei weitere Tetracycline sowie Tiamulin aus der Gruppe der Macrolide.

Eine Bewertung der Konzentrationen der nachgewiesenen Antibiotika erscheint wenig sinnvoll, da unbekannt ist, wie alt die gelagerte Gülle bei der Probenahme war oder ob sie verdünnt wurde. Antibiotika werden in Umweltproben in unterschiedlicher Geschwindigkeit abgebaut. Schon geringe Mengen Antibiotika können negative Umweltauswirkungen verursachen und zur Entstehung und Ausbreitung von Resistenzen beitragen.

2. Was und wie wurde getestet?

2.1 Was wurde getestet?

Greenpeace hat insgesamt 19 Proben von Gülle aus Schweineställen in ganz Deutschland untersucht. Die Betriebe bzw. Ställe für die Probenahme wurden stichprobenartig und zufällig ausgewählt. Die Probenahme fand zwischen Februar und April 2017 statt. Zwei Proben stammen aus Bayern, eine Probe aus Brandenburg, neun Proben aus Niedersachsen, eine Probe aus Nordrhein-Westfalen, eine Probe aus Sachsen, eine aus Sachsen-Anhalt und vier Proben aus Thüringen (siehe Tabelle im Anhang). Je nach Zugänglichkeit stammen die Proben entweder aus Güllebecken unter den Ställen oder aus Behältern außerhalb der Ställe.

Vor Ort wurde je eine Probe mit sterilen, 500 ml fassenden Kunststoff-Behältern geschöpft. Greenpeace erhielt die Proben fest verschlossen und gekühlt innerhalb von 24 Stunden. Von Greenpeace wurden die Proben geteilt und anschließend gekühlt in zwei verschiedene Labore transportiert.

Untersuchte Multiresistente Keime:

Eines der beiden Fachlabore hat die Proben auf die multiresistenten Keime MRSA, ESBL/MRGN untersucht.

MRSA (Methicillin-resistente Staphylococcus aureus) sind resistente Keime (Staphylokokken), die gegen Antibiotika wie Penicilline und Cephalosporine unempfindlich sind, oft auch gegen weitere Klassen von Antibiotika. MRSA kommen in der Lebensmittelkette vor. Etwa ein bis zwei Prozent der Menschen in Deutschland sind Träger von MRSA, deutlich höhere Besiedlungsraten finden sich bei Menschen mit beruflichem Kontakt zu landwirtschaftlichen Nutztieren (Landwirten und Tierärzten), insbesondere Schweinen. In einer Studie in Niedersachsen waren etwa 25 Prozent der Personen, die Nutztierkontakt hatten, mit MRSA besiedelt. In viehdichten Regionen in Deutschland erweisen sich beim Aufnahmescreening in Krankenhäusern außerdem etwa 20-30 Prozent der Patienten als MRSA-positiv.⁷

⁷ http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus_mrsa_-11172.html

MRGN (Multiresistente gramnegative Bakterien) ist eine Sammelbezeichnung für eine große Gruppe von Bakterien mit zum Teil unterschiedlichen Eigenschaften, die jedoch alle resistent gegen häufig eingesetzte Antibiotika sind. Unterschieden werden Bakterien, die gegen vier (4-MRGN) oder gegen drei (3-MRGN) bestimmte Gruppen von Antibiotika unempfindlich sind. MRGN befinden sich entweder im Magen-Darm-Trakt von Tier und Mensch oder auf der Haut, seltener im Nasen-Rachenraum oder im Analbereich. MRGN können sich auch in oder auf rohen Lebensmitteln befinden. MRGN-Bakterien besiedeln etwa fünf von 100 gesunden Menschen. Eine Behandlung wird erst notwendig, wenn MRGN-Bakterien zum Beispiel von der Haut oder aus dem Darm in Wunden oder in die Blutbahn eindringen und eine MRGN-Infektion auslösen.⁸

ESBL (Extended-Spectrum-Beta-Laktamase): Etwa jede 15. Person in Deutschland trägt ESBL-bildende Keime in sich, Tendenz steigend⁹. ESBL-bildende Bakterien können Enzyme hervorbringen, die die Wirksamkeit von z.B. Penicillinen herabsetzen bzw. ausschalten. Die Bakterien sind dann resistent gegenüber diesen Antibiotika. Es handelt sich bei ESBL also nicht um einen bestimmten Keim, sondern um deren Eigenschaft, Antibiotika knacken zu können. Diese Eigenschaften können weitergegeben werden von Keim zu Keim. Übertragungen verlaufen auch von artübergreifend etwa von Darmkeimen zu anderen Keimen, die Lungenentzündung auslösen können und von Tieren zu Menschen und umgekehrt. Wer ESBL-bildende Bakterien aufnimmt, merkt meist zunächst nichts. Erst wenn besiedelte Menschen z.B. Durchfall, Lungenentzündung oder eine Operation im Krankenhaus bekommen kann sich plötzlich herausstellen, dass Antibiotika bei diesem Patienten nicht mehr wirken.

Untersuchte Antibiotika:

Ein zweites Labor hat die Proben auf Antibiotika untersucht, die in der Schweinemast häufig Verwendung finden.

Seit Penicillin von Alexander Fleming (1881–1955) entdeckt und auch andere Antibiotika vor rund 80 Jahren als Medikamente verfügbar wurden, retten diese Medikamente bei Entzündungen unzähligen Menschen das Leben und ersparen sehr viel Leid. Doch inzwischen wirken viele Antibiotika nicht mehr, Bakterien und krankmachende Keime haben Resistenzen entwickelt.

Antibiotika werden auch in der Tierhaltung zur Behandlung von Infektionen verwendet. Ihr Einsatz als Leistungsförderer (in niedrigen Konzentrationen, die über eine Verschiebung der Darmflora Stoffwechselprozesse beeinflussen und das Wachstum fördern) ist in der EU seit 2006 verboten. Weit verbreitet, insbesondere in der Schweine- und Geflügelhaltung, ist allerdings die sogenannte Metaphylaxe, d.h. bei Erkrankung eines Tieres wird die ganze Gruppe behandelt.

Es wurden Wirkstoffe aus den folgenden Antibiotika-Gruppen untersucht: Macrolide, Nitroimidazole, Quinolone, Sulfonamide, Tetracycline.

Für die Bewertung von Antibiotika in Gülleproben gibt es keine Grenz- oder Orientierungswerte. Antibiotika haben in der Umwelt Auswirkungen auf mikrobielle Gemeinschaften z.B. in Böden. Sie begünstigen die Vermehrung primär resistenter Mikroorganismen und solcher mit erworbenen Resistenzen. Durch Erhöhung des Selektionsdrucks können auch in subtherapeutischen Konzentrationen weitere resistente Mikroorganismen entstehen.¹⁰

Die Proben wurden auf ein ausgewähltes Spektrum von Antibiotika-Wirkstoffen untersucht, in den Proben mit Nachweisen wurden meist vergleichsweise niedrige Konzentrationen gefunden. Allerdings

⁸ <http://www.infektionsschutz.de/erregesteckbriefe/mrgn/>

⁹ GERMAP 2015:

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

¹⁰ Resistenzen werden weitergegeben durch horizontalen Gentransfer auf mobilen genetischen Elementen (Plasmide, Transposons) oder die Aufnahme von freier DNA

ist nicht auszuschließen, dass weitere Wirkstoffe vorhanden waren, die in den Analysen nicht erfasst wurden.

2.2 Wie wurde getestet?

Analysenmethode Multiresistente Keime (MRSA, ESBL/MRGN)

MRSA: Nach unspezifischer und spezifischer Anreicherung erfolgt eine Bemusterung der Kolonien. Verdächtige Kolonien werden vereinzelt und differenziert. Eine Bestätigung erfolgt mittels Massenspektroskopie (MALDI-ToF)¹¹ und zusätzlich mit Spezialnährböden mit unterschiedlichen Antibiotikakonzentrationen sowie serologischem Nachweis.

ESBL: Nach unspezifischer Anreicherung erfolgt eine weitere spezifizierende Anreicherung unter Antibiotikazugabe. Für die Bemusterung der Kolonien wird ein spezieller Nähragar beimpft. Verdächtige Kolonien werden mit einem Enzymtest weiter vorausgewählt und mittels Massenspektroskopie bis zur Gattung und Spezies bestimmt. Die Bestätigung erfolgt mit Spezialnährböden mit unterschiedlichen Antibiotikakonzentrationen.

Analysenmethode Antibiotika

Die Untersuchung erfolgte als Multimethode mit Flüssigchromatographie und massenspektrometrischer Detektion (LC-MS/MS) als Screening von ca. 30 Substanzen. Es wurden folgende Klassen von Antibiotika untersucht: Chinolone, Makrolide, Nitroimidazole, Sulfonamide, Tetracycline. In fünf Proben wurden zusätzlich β -Lactame untersucht, es konnten keine Wirkstoffe nachgewiesen werden. Eine Erklärung könnte die schnelle Eliminierung von beta-Lactamen in Umweltproben durch biologischen Abbau und auch durch beta-Lactamasen (Enzyme, die Resistenzen gegen diese Gruppe von Wirkstoffen vermitteln) sein. Für die weiteren Proben wurde auf diese Analytik daher verzichtet.

Tabelle 1 im Appendix fasst alle Messergebnisse zusammen.

3. Übertragungswege für Multiresistente Keime und Antibiotika

Immer wieder werden multiresistente Keime in der Gülle und in der Abluft von Tierfabriken nachgewiesen. Schweinegülle scheint durchweg stark belastet: ESBL-bildende Bakterien wurden "in etwa der Hälfte der untersuchten Kotproben von Zuchtsauen, Läufern (47,6 Prozent positive Proben) und Mastschweinen (53,9 Prozent positive Proben) nachgewiesen."¹² Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen ergaben, dass Gülle und Hühnermist wichtige Verbreitungsformen für Antibiotikarückstände und Keime sind, inklusive resistenter Keime aus dem Tierstall in die Umwelt. Über das Umweltverhalten der Keime und Antibiotikarückstände in der Gülle und in Böden wissen wir allerdings noch wenig.

Antibiotika werden zu einem großen Anteil von den Tieren unverändert ausgeschieden und gelangen mit der Gülle in Biogasanlagen und in die Umwelt. Einige verbleiben im Boden. Andere sind so stabil, dass sie durch den Boden ins Grundwasser gelangen (Sulfonamide). Resistenzgene finden sich in Böden, auf denen Gülle behandelter Tiere ausgebracht wurde. Resistente Keime konkurrieren mit der Bodenflora und sind daher unterschiedlich lange überlebensfähig, einige verbleiben Jahre nach der Ausbringung im Boden. Resistenzen verursachen für die sie tragenden Mikroorganismen zum Teil keine metabolischen Kosten (verbraucht keine Energie), sie verbleiben dann auch ohne Selektionsdruck lange in der Umwelt; zum Teil erhöhen die Resistenzen sogar die Fitness der resistenten Mikro-

¹¹ Matrix-assistierte Laser-Desorption-Ionisierung mit Time of Flight-Massenspektrometrie

¹² BVL 2016;

https://www.bvl.bund.de/DE/08_PresselInfothek/01_FuerJournalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/01_Lebensmittel/2016/2016_11_21_PI_Zoonosen_Monitoring.html

organismen. Grundsätzlich sind alle in der Umwelt vorliegenden Resistenzen problematisch, auch weil sie auf andere Organismen übertragen werden können.¹³ Nach Ausbringung von Gülle kann ein deutlicher Anstieg resistenter Bakterien im Boden festgestellt werden. Hierdurch steigt das Risiko einer Rekombination resistenter und pathogener Bakterien, ebenso erhöht sich die Exposition für Menschen und Tiere.¹⁴

Grenzwerte für Tierarzneimittel im Grund-, Oberflächen oder Trinkwasser gibt es nicht. Das Umweltbundesamt fordert Rückstandshöchstmengen festzulegen, wie sie bei Pestiziden bereits bestehen.¹⁵ Sulfonamide werden seit 2003 nur noch in der Tiermedizin eingesetzt. Als Quelle für die kontinuierlich im Grundwasser nachgewiesenen Funde kann von einem landwirtschaftlich bedingten Eintrag organischer Wirtschaftsdünger ausgegangen werden.¹⁶ Wir beziehen rund 75 Prozent unseres täglichen Trinkwassers aus dem Grundwasser. Damit ist Grundwasser das Lebensmittel Nummer Eins und muss vor Einträgen von Antibiotikarückständen und Antibiotikaresistenzen wirksam geschützt werden.

Im Rahmen des deutschen Forschungsprojektes MedVet Staph¹⁷ zur Untersuchung von Krankheitserregern beim Tier, die auf Menschen übergehen können, wurde ein denkbares Modell für mögliche Übertragungswege von den resistenten Keimen MRSA vom Mastschwein in die Gesellschaft dargestellt. Demnach tragen Schweine die Antibiotikaresistenzen oft in sich, der schweinehaltende Landwirt und auch Tierärzte nehmen im Stall die resistenten Keime auf und sie besiedeln meist die Nasenschleimhäute. Von dort aus können die Resistenzen zu anderen Menschen gelangen und etwa im Falle ernsthafter Erkrankungen auch in Krankenhäuser. Mit den Schlachtschweinen gelangen die resistenten Erreger auch auf Tiertransporter und in Schlachthöfe, wo auch nicht belastete Schweine MRSA aufnehmen und weitergeben können.

Aus den Tierfabriken können luftgetragene Keime und Antibiotikaresistenzen in die Umwelt gelangen. Wissenschaftler haben im Stallstaub hohe Konzentrationen an antibiotikaresistenten Keimen gefunden. Mit der Stallluft können diese in die Umgebung gelangen, Anwohner, Spaziergänger, Radfahrer oder auch Postboten können sich auf diese Weise aus der Umgebungsluft von Ställen Resistenzen einfangen. Seitens der Bundesregierung ist vorgesehen die Technische Anleitung Luft (TA Luft) neu zu fassen und den Austrag von Bioaerosolen zu reglementieren, allerdings sind die Auflagen für die Tierhaltung nicht geeignet, dass sich Anwohner künftig in Sicherheit wiegen könnten.¹⁸ Die Bevölkerung, die im Zweifel den Schaden hat, steht in der Beweislast, ob eine Belastung vorliegt, die eine Sonderfallprüfung der Tierfabrik notwendig macht.

Schlachthöfe als Streudosen für Antibiotikaresistenzen?

Ein Blick auf die Daten aus Schlachthöfen legt die Vermutung nahe, dass auch Gruppen mit Schweinen ohne multiresistente Keime am Ende des Schlachtprozesses in Großschlachthöfen belastet sind. Zum Beispiel haben Wissenschaftler auf Ökobetrieben keine oder nur sehr selten multiresistente Bak-

¹³ Witte, W.: Selective pressure by antibiotic use in livestock., Int. J. Antimicrob. Agents. 16 Suppl 1 (2000) S19-24.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11137404>

¹⁴ Sengeløv, G.; Agerso, Y.; Halling-Sørensen, B.; Baloda, S.B.; Andersen, J.S.; Jensen, L.B.; Bacterial antibiotic resistance levels in Danish farmland as a result of treatment with pig manure slurry., Environ. Int. 28 (2003) 587–95.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12504155>

¹⁵ Präsentation Frederike Balzer (UBA: Fachgebiet II 2.8/ Landwirtschaft, 2014): Antibiotika aus der Tierhaltung – Eine Gefahr für das Grundwasser?, <http://www.bfr.bund.de/cm/343/antibiotika-aus-der-tierhaltung-eine-gefahr-fuer-das-grundwasser.pdf>

¹⁶ UBA 2016:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_54_2016_aufklaerung_der_ursachen_von_tierarzneimittelfunden_im_grundwasser.pdf

¹⁷ <http://medvetstaph.net/index.html>

¹⁸ http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Luft/taluft_entwurf_bf.pdf;

https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/abt_1/v_material/2016/22/remus_26102016_ta_luft_2017.pdf

terien finden können.¹⁹ Bei Schweinen aus alternativen Haltungsformen 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).²⁰ Biologisch gehaltene Schweine wiesen in den Niederlanden deutlich weniger MRSA auf (17 Prozent) als solche von konventionellen Betrieben (71 Prozent).²¹ Auch verzeichnen größere Betriebe höhere Resistenzraten als kleinere.²² Werden die Ökotiere 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.

4. Konsequenzen

Antibiotika und multiresistente Bakterien in der Umwelt sind eine echte Gefahr, letztlich auch für die Humanmedizin. Die Ausbringung belasteter Gülle erhöht das Reservoir an resistenten Keimen und Resistenzgenen in der Umwelt über das natürliche Maß hinaus. Daher muss die Verbringung von Keimen und Antibiotika über Gülle in die Umwelt dringend reduziert werden. Technische Lösungen wie das Sterilisieren von Gülle sind nicht realistisch.

Greenpeace fordert

- Klare Reduktionsziele und Umsetzungsprogramme um den Antibiotika-Einsatz in der Nutztierhaltung durch bessere Haltungsbedingungen zu minimieren
- Abschaffung der Metaphylaxe (Gruppenbehandlung)
- 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

Mehr zum Thema finden Sie im Internet unter

www.greenpeace.de/themen/landwirtschaft/viel-mist-der-guelle

¹⁹ http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus_mrsa_-_11172.html

²⁰ 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

²¹ 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

²² https://edoc.ub.uni-muenchen.de/6100/1/Hoelzel_Christina.pdf

Appendix 1: Zusammenfassung der Messergebnisse

Nr.	Bundesland (Standort)	Probenart	Analysenergebnisse Multiresistente Keime			Analysenergebnisse Antibiotika
			MRSA	MRGN	ESBL ²³	Angaben in µg/kg
GP01	Thüringen	Gülle	n.n.	Positiv(3MRGN Enterobacter cloacae complex)	Positiv (E.coli)	Sulfamethazin: 900+/-240
GP02	Thüringen	Gülle	n.n.	Positiv (3MRGN Proteus vulgaris)	Positiv (E.coli)	Sulfamethazin 740+/-190
GP03	Thüringen	Gülle	n.n.	Positiv (3MRGN Proteus vulgaris)	Positiv (E.coli)	Sulfamethazin 540+/-150
GP04	Thüringen	Gülle	n.n.	n.n.	Positiv (E.coli)	Doxicyclin: positiv <100
GP05	Brandenburg	Gülle	n.n.	Positiv (3MRGN E.coli)	Positiv (E.coli)	Tetracyclin: positiv <100
GP06	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	n.n.	Doxicyclin: positiv <100
GP07	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	Positiv (E.coli)	Doxicyclin: positiv <100
GP08	Niedersachsen	Gülle	positiv	Positiv (3MRGN E.coli)	Positiv (E.coli)	Chlortetracyclin: positiv <100; Doxicyclin: 210+/-78, Tetracyclin: positiv <100 Tiamulin: positiv <100
GP09	Niedersachsen	Gülle	n.n.	Positiv (3MRGN E.coli)	Positiv (E.coli)	Doxicyclin: positiv <100, Tetracyclin: 230+/-83
GP10	Bayern	Gülle	n.n.	n.n.	Positiv (E.coli)	Doxicyclin: 800+/-220
GP11	Bayern	Gülle	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
GP12	Sachsen	Gülle	n.n.	n,n,	Positiv (E.coli)	n.n.
GP13	NRW	Gülle	n.n.	n.n.	Positiv (E.coli)	Doxicyclin: 230+/-83
GP14	Sachsen-Anhalt	Gülle	n.n.	n.n.	n.n.	Doxicyclin: 350 +/-110
GP15	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	n.n.	Doxicyclin: 420+/-130
GP16	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	Positiv (E.coli)	n.n.
GP17	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
GP18	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	n.n.	Doxicyclin: 470+/-140
GP19	Niedersachsen	Gülle	n.n.	n.n.	Positiv (E.coli)	Doxicyclin: 250+/-88

n.n.: nicht nachweisbar, < x, Konzentration liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze BG=x

²³ ESBL-tragende E.coli sind auch multiresistent und gram-negativ, fallen aber nicht zwangsweise unter die medizinische Definition eines 3- oder 4-MRGN. Sie können aber gleichzeitig MRGN sein; dies ist in den Proben 5, 8 und 9 der Fall.

