

Antibiotika-Resistenzen und Antibiotika-Rückstände in Gärresten von Biogasanlagen

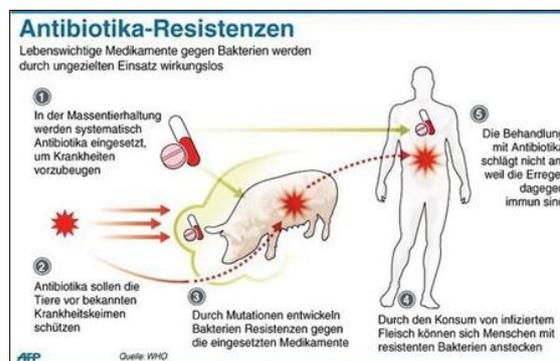
Inhaltsverzeichnis

Antibiotikaresistenzen, Einleitung.....	1
Bildung von Antibiotikaresistenzen und Eliminierung beim Gärprozess.....	3
Welche Rückstände kann man in den Gärresten erwarten?	3
Antibiotikahaltiger Wirtschaftsdünger - Gefahr für Bodenlebensgemeinschaft und Grundwasser.....	4
Bewertung von Antibiotika in Biogasanlagen (Tierarzneimittel, Antibiotika, Antiparasitika	4
Antibiotika: Bodenbakterien geben Resistenzen weiter	5
Clostridien und Biogasanlagen: Ein Gefährdungspotenzial?	5
Risikopotenzial von Biogasanlagen für Wachstum und Toxinbildung von Clostridium botulinum	6
Mögliche Faktoren, die die Verbreitung von C. botulinum fördern:.....	6
Temperaturen reichen nicht, um Keime abzutöten..	7
Quellen.....	7

Antibiotikaresistenzen, Einleitung

Die antimikrobielle Resistenz (AMR) wird heute als eines der wichtigsten Public Health Probleme angesehen. Viele Mediziner und Public Health Experten warnen mittlerweile vor einem sich durch die ungebremste Zunahme der Resistenzentwicklung abzeichnenden „postantibiotischen Zeitalter“. Die Konsequenzen dieser zunehmenden Gefahr, Infektionserkrankungen gerade bei verbreiteten Infektionserregern nicht mehr behandeln zu können,

betreffen in Deutschland schon jetzt jährlich zwischen 10.000 und 30.000 Patienten. Sie sterben an Infektionen im Krankenhaus, die oftmals durch multiresistente Keime verursacht werden, d.h. hier helfen keine Antibiotika mehr bzw. die noch wirkenden Antibiotikagruppen wurden nicht rechtzeitig identifiziert und eingesetzt.



Zunehmende Verbreitung

Die in der Zwischenzeit vorliegenden epidemiologischen Daten zur Entwicklung der Antibiotikaresistenz zeigen eine weltweit zunehmende Verbreitung multiresistenter Erreger bei Mensch und Tier. Besonders problematisch bei der Vielzahl der unterschiedlichen antibiotika-resistenten Keime sind die sogenannten Extended-Spectrum-Lactamase (ESBL)-bildenden Bakterien. Sie sind multiresistent und eine Vielzahl der unterschiedlichen Antibiotikagruppen ist hier wirkungslos.

6,4 Mio Menschen allein in Deutschland betroffen

Mittlerweile tragen 4-8 % -der Bevölkerung die besonders problematischen Keime in sich. Somit sind bis zu 6,4 Mio Menschen allein in Deutschland betroffen, die davon in der Regel nichts ahnen. Übertragungsweg ist neben dem direkten Kontakt zu den Tieren, z.B. in der Tiermast, der Konsum von belasteten Lebensmitteln, insbesondere Fleisch. Gerade beim Verzehr von rohem Fleisch wie Mett oder Tartar, gelangen die Keime in den Magen-Darm Trakt, wo sie die Resistenzgene auch auf andere Darmbakterienstämme übertragen können. Solange der Mensch gesund ist, hält das Immunsystem die Erreger unter Kontrolle. Problematisch wird es erst, wenn bestimmte Krankheiten auftreten.

Eine andere antibiotika-resistente Gruppe sind die Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) - Keime. Sie kommen mit den unterschiedlichen Resistenzen in fast jedem größeren Massen-



tierhaltungsstall vor. **Problematisch sind diese Keime insbesondere für Menschen mit direktem Kontakt zu den Tieren**, also für Landwirte und Tierärzte. 86 % dieser Menschen, die in MRSA-positiven Schweineställen arbeiten, tragen ebenfalls die resistenten Bakterien. In den Niederlanden müssen Landwirte und andere in der Tiermast exponierte Personen deswegen ein gesondertes Aufnahmeverfahren in Krankenhäusern durchlaufen, damit sich die Keime nicht in den Kliniken festsetzen (Spelsberg Angela. Folgen des massenhaften Einsatzes von Antibiotika in Human- und Veterinärmedizin, Gutachten im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen).

Dass sich Antibiotika in der Umwelt befinden, ist unbestritten. Da der Einsatz von Antibiotika immer mit der Möglichkeit von Resistenzbildungen zusammenhängt, ist jeder Einsatz per se ein Risiko. Keime, auch resistent gewordene Keime, können sich über Boden, Luft und Wasser verbreiten. Jeder Betrieb, der Antibiotika einsetzt, spielt außerdem natürlich eine Rolle als Multiplikator für Keime und resistente Keime (Albert-Schweitzer-Initiative für unsere Mitwelt).



Intensivierung der Tierhaltung ist ein Problem

Hygienrisiken ergeben sich aus der Intensivierung und Konzentration der Tierproduktion in der Landwirtschaft, der überbetrieblichen Gülleverwertung und der zunehmenden EU-weiten Transporte. Im Zusammenhang mit der EHEC-Krise im Jahr 2011 und dem Rinder-Botulismus-Auftreten kam der mediale Verdacht auf, dass in Biogasanlagen solche (und schlimmere) Keime „herangezüchtet“ werden könnten. Aus hygienischer Sicht muss konstatiert werden, dass theoretisch jeder vom Nutztier ausgeschiedene Krankheitserreger im Sammelgut vorkommen kann. Besonders kritisch sind hierbei die Zoonose-Erreger zu sehen, die sowohl Mensch als auch Tier infizieren können.

Circa 60 % der mehr als 1.400 beschriebenen humanpathogenen Krankheitserreger sind auch Zoonose-Erreger. Zudem können Pflanzenkrankheitserreger (Pilze, Viren, Bakterien) und Unkrautsamen in einzelnen Substratchargen vorkommen. Sowohl aus seuchen- als auch aus phytohygienischer Sicht ist es notwendig, Infektionsketten zu unterbrechen.

Weitere Hygienrisiken bestehen im Bereich der Biogasanlagen aufgrund der zunehmenden Komplexität der Verfahren sowie der Substratströme

(nicht klassifizierbare Substratmischungen, unbekannte Quellen) und durch Verschleppung über Fahrzeuge / Radlader zwischen Eingangs- und Gärrestlager, infolge fehlender Trennung rein-unrein-Bereiche (DBFZ; Deutsches Biomassezentrum).



Bildung von Antibiotikaresistenzen und Eliminierung beim Gärprozess

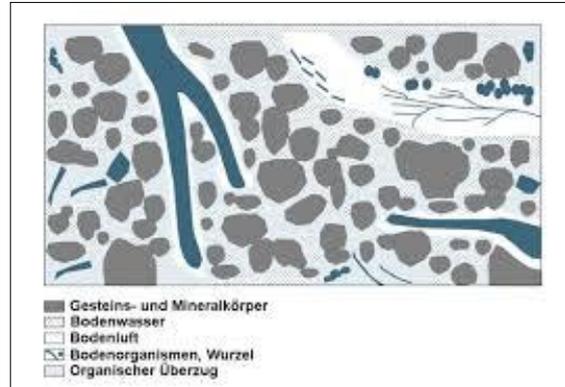
An größere Gruppen von Produktionstieren verabreichte Tierarzneimittel können in Gülle und Gärresten analytisch nachgewiesen werden. Mit dem Einsatz von Antibiotika treten auch Antibiotika-Resistenzgene auf. Etablierte technische Verfahren zur Verminderung von Antibiotika und Antibiotika-resistenzgenen aus Gülle und Gärresten gibt es bisher noch nicht (Kreuzig, R, Schröder, U., 2014).

Die in Tierbeständen verabreichten Antibiotika werden nur teils in den Tieren metabolisiert, häufig wird ein wesentlicher Anteil der Antibiotika unverändert ausgeschieden. Die Antibiotika werden bei der Lagerung von Gülle teilweise durch Sorption bzw. Abbau eliminiert, mit Halbwertszeiten zwischen wenigen Tagen und mehreren Monaten. Während der Lagerung von Gülle kann aber auch eine Rückumwandlung der mikrobiologisch unwirksamen Metaboliten stattfinden.

Viele Antibiotika adsorbieren an Bodenpartikel.

Es ist nicht geklärt, in wieweit diese Wirkstoffe remobilisierbar sind. Die Umweltwirkungen der Wirkstoffe und ihrer Metaboliten sind bislang nicht hinreichend bekannt. Eine Reihe von Untersuchungen an Bodenbakterien belegen Verschiebungen in der Zusammensetzung der mikrobiellen Lebensgemeinschaft und eine Beeinträchtigung der phy-

siologischen Funktionen. Zudem besteht die Besorgnis, dass die Ausbringung von mit Antibiotika belasteten Wirtschaftsdüngern zu einer Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der Umwelt beiträgt (Ratsak C., et al. 2013).



Welche Rückstände kann man in den Gärresten erwarten?

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW 2009) untersuchte die Belastung von 34 Gülle- und 35 Gärrestproben mit den mengenmäßig wichtigsten Veterinärantibiotika. Herkunft der Proben: Güllelager in landwirtschaftlichen Betrieben und Gärrestlager bei Biogasanlagen.

Ergebnisse: In 71 % aller untersuchten Proben waren Antibiotikarückstände nachweisbar (Gärrestproben 80 %, Gülleproben 62 %).

Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass Wirtschaftsdünger häufig Antibiotikarückstände aufweisen. Dabei wurden in den Gärrestproben häufiger und tendenziell höhere Antibiotikagehalte gefunden als in den Gülleproben. Daraus kann geschlossen werden, dass die Vergärung von Wirtschaftsdünger nicht generell zu einer Elimination der Antibiotika führt, auch wenn dies für einzelne Substanzen nicht ausgeschlossen werden kann. Durch die wiederholte Ausbringung von mit Antibiotika belastetem Wirtschaftsdünger findet ein wesentlicher Eintrag von Antibiotikarückständen in landwirtschaftlich genutzte Böden statt.

Schlussfolgerungen: Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass Wirtschaftsdünger eine Quelle des Eintrags von Veterinärantibiotika in landwirtschaftlich genutzte Böden sind. Aufgrund des Nachweises

von Antibiotika in den Gärresten wird deutlich, dass die Vermischung der Gülle mit pflanzlichen Substraten und die Vergärung der Ausgangssubstrate nicht zu einer Elimination der Antibiotika führen. Dieser Befund wird durch Untersuchungen verschiedener Arbeitsgruppen und des Umweltbundesamtes Wien gestützt. **Die Untersuchungsergebnisse belegen, dass Wirtschaftsdünger eine Quelle des Eintrags von Veterinärantibiotika in landwirtschaftlich genutzte Böden sind** (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Leibnizstr. 10, Recklinghausen, D-45659; Institut für Umweltforschung der Fakultät Chemie, Lehrstuhl für Umweltchemie und Analytische Chemie, TU Dortmund, Dortmund, D-44221).

Antibiotikahaltiger Wirtschaftsdünger - Gefahr für Bodenlebensgemeinschaft und Grundwasser

Die Ausbringung von antibiotikahaltigem Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftliche Böden stellt für die Bodenlebensgemeinschaft ein potenzielles Risiko dar. Bei einem **Boden-Grundwasser-Screening des LANUV Nordrhein-Westfalen (2008)**



untersuchte man an 21 Standorten mit Gülle gedüngte Böden auf Arzneimittelrückstände. Der Nachweis von Tetracyclinrückständen konnte bei 12 Oberböden erbracht werden. Wobei Tetracycline auch in der Tiefenstufe 30 bis 60 cm nachgewiesen werden konnten. Diese Zahlen weisen darauf hin, dass die Ausbringung von Gülle und Gärresten mit Antibiotikarückständen, insbesondere Tetracyclinen, zu einer Belastung landwirtschaftlicher Böden führen kann (Ratsak C., et al. 2013; Hannappel S. 2014).

Insgesamt und vor dem Hintergrund des worst-case - Ansatzes kann geschlussfolgert werden, dass ein Eintrag von Tierarzneimitteln in das oberflächennahe Grundwasser stattfindet. Unter den naturräumlichen und hydrogeologischen Bedingungen in Deutschland zwar nicht ubiquitär, in Einzelfällen wurden aber Nachweise der Stoffe in teils deutlicher Ausprägung festgestellt (Hannappel S. 2014).

Bewertung von Antibiotika in Biogasanlagen (Tierarzneimittel, Antibiotika, Antiparasitika)

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland mehr als 1.700 Tonnen Antibiotika in der landwirtschaftli-



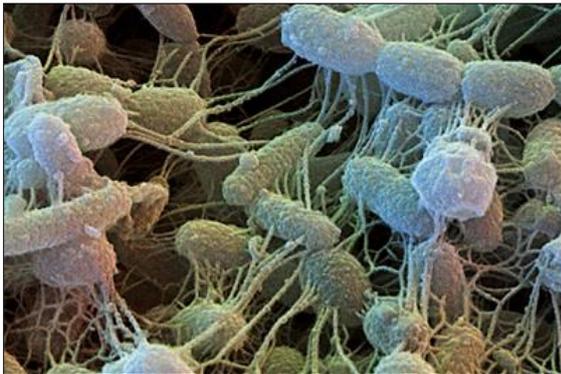
chen Nutztierhaltung eingesetzt. In Schweinegülle wurden Tetracycline, Sulfonamide, Fluorquinole bis in den unteren mg/l-Bereich nachgewiesen. Die Medikation in der Tierhaltung (Wirkung von Antibiotika) kann zu einem **Zusammenbruch der mikrobiellen Population von Biogasanlagen verursachen**. Zum anderen können sich Resistenzen gegen die Wirksamkeit von Antibiotika direkt im Tier (Ausscheidung über Gülle) bzw. nach wiederholter Exposition von Bodenbakterien mit Antibiotika aus der Gülle und Gärsubstraten bilden.

Untersuchungen in Österreich über das Abbauverhalten von Tetracyclinen und Enrofloxacin unter anaeroben Bedingungen in Laboranlagen ergaben zum Teil widersprüchliche Ergebnisse. Enrofloxacin blieb zum Beispiel in der Fermentationsphase persistent. In Deutschland fanden Untersuchungen zum Abbauverhalten von mehreren Sulfonamiden und Trimethoprim entsprechend dem Fermentationstest nach VDI 4630 in 5-Liter-Laborfermentern statt. Die Ergebnisse zeigten hier, dass der Fermenten-

tationsprozess effizient genug war, um die Belastung des Bodens mit Antibiotika nach Gülledüngung zu reduzieren. „Insgesamt sind bisher jedoch noch keine allgemeingültigen Aussagen zum anaeroben Abbau der in der Tierhaltung eingesetzten pharmakologisch wirksamen Stoffe zu machen, geschweige denn praktische Handlungsanweisungen zur Vermeidung und Eliminierung dieser Stoffe [z. B.] in Gülle zu geben“ (u. a. nach Philipp & Hölzle 2013).

Bodenbakterien geben Resistenzen weiter

Dass Bodenbakterien überhaupt Resistenzgene tragen, ist wenig überraschend: Der Boden ist einer der größten und vielfältigsten Lebensräume von Mikroorganismen. Antibiotika gelangen über den Einsatz in der Landwirtschaft in das Ökosystem. Zudem leben im Boden Streptomyces-Bakterien, welche die Basis für die meisten natürlichen Anti-



biotika sind. **Empfindliche Bakterien können deshalb im Boden nicht überleben.** Das schafft Raum und Nährstoffe für resistente Keime. Bei einem Vergleich der DNA von Bakterien aus 11 Agrarflächen mit der DNA von antibiotikaresistenten Krankheitserregern fand man, dass verschiedene Resistenzgene in Bodenbakterien exakt mit denen von Krankheitserregern übereinstimmen, u.a. Salmonellen. Einige der analysierten Bodenbakterien trugen Resistenzen gegen gleich fünf Antibiotika-Arten.

Wie genau die Resistenzen aus dem Boden zum Menschen gelangen, bleibt ein Rätsel. Die Forscher vermuten, dass Bodenbakterien und Krankheitserreger über die Darmflora zusammenkommen. Die genauen Mechanismen müssten aber noch geklärt werden. „Es gibt immer mehr Krankheitserreger

mit Antibiotika-Resistenzen“ (Merlot J. 2012).

Clostridien und Biogasanlagen: Ein Gefährdungspotenzial?

Botulismus stellt eine klassische Vergiftung bei Säugetieren und Vögeln dar, bei der das *Clostridium botulinum*-Toxin in der Regel mit dem Futtermittel aufgenommen wird. Bei Rindern wird das Krankheitsbild des viszeralen Botulismus diskutiert. Einer Hypothese folgend besiedelt *C. botulinum* die hinteren Darmabschnitte des Wirtes und führt durch die kontinuierliche Toxinabgabe aus dem Darm in den Körper zu einem chronischen Krankheitsbild (u.a. Schluck- und Atembeschwerden, Paresen/Lähmungen, Herzstillstand).



Tierärzte, die Rinder- und Schweinebetriebe betreuen und intensiven Kontakt mit dem erkrankten Einzeltier haben, könnten sich eventuell mit dem Erreger infizieren (EUWID NE 9/2010).

In einer Erklärung der Agrar- und Veterinär-Akademie Göttingen (AVA2010) wird auf ein mögliches Gefährdungspotenzial durch *C. botulinum* in Reststoffen aus Biogasanlagen hinsichtlich der Verseuchung landwirtschaftlicher Nutzflächen hingewiesen. **Nachweisbar sollen besonders in hochleistenden Milchviehbetrieben die durch Clostridien-Toxine verursachten Erkrankungen zunehmen.** Die Tierärzte fordern dazu auf, den Zusammenhang zwischen der Krankheit Botulismus und der Ausbringung von Biogas-Gärresten genauer zu erforschen. Gärreste aus Biogasanlagen sind zu erheblichen Teilen mit pathogenen Clostridien kontaminiert.

Ein strittiger Punkt ist, ob sich während des Aufschlusses der Gärsubstrate im Prozess der Fermentation große Mengen für Mensch und Tier potenti-

ell toxische Mikroorganismen vermehren können. Über die Reststoffverwertung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen könnten diese - je nach eingesetzter Technologie - schließlich **in die menschliche Nahrungskette gelangen**. Diese Position wird zum Beispiel von Frau Professor Krüger (Leipzig) und Herrn Professor Böhnelt (Göttingen) vertreten.



Während die Thematik „*Clostridium botulinum* in Gärresten“ in Norddeutschland schon länger ein Diskussionspunkt ist, wurde sie auch in Baden-Württemberg infolge einer Landtagsanfrage der Grünen thematisiert (Drucksache 14/6274 Landtag von Baden-Württemberg 2010). Ergebnisse der Universität Hohenheim zu *C. perfringens* zeigen, dass es in Biogasanlagen vermutlich nicht zu einer Erhöhung der Sporenzahl kommt. Die dortigen Erfahrungen beschränken sich jedoch auf *C. perfringens* und es gibt möglicherweise Unterschiede zu *C. botulinum*, vor allem hinsichtlich des Sporulationsverhaltens der beiden Arten. Wenn es ein Problem der Abfälle sein sollte, dann bleiben auch die unbehandelten Gülle und Klärschlämme bzw. wahrscheinlich auch Komposte nicht davon verschont (pers. Mitt. W. Philipp).

Fazit: Zu einzelnen Fragestellungen „Biogasanlagen – Gärreste – Clostridien“ gibt es noch erheblichen Forschungsbedarf.

Risikopotenzial von Biogasanlagen für Wachstum und Toxinbildung von *Clostridium botulinum*

Es gibt deutliche Hinweise, dass Gärsubstrate mit *C. botulinum* kontaminiert sein können (Fachtagung am 30.11.2011 in Hannover). Eine Einschätzung ob nun ein „Risikopotenzial von Biogasanlagen“ ausgeht oder nicht, kann anhand der vorgestellten Ergebnisse nicht gegeben werden.

- Nicht geklärt ist, ob auch multiresistente Erreger problematisch werden könnten (*E. coli* /ESBL, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium difficile* /MRSA, *Enterococcus* /VRE).
- Nicht geklärt ist, was in den Totzonen der Biogasanlagen passiert (bis zu 2 m hohe Sinkschichten bieten idealen Lebensraum für anaerobe Bodenmikroorganismen)
- vorgestellt wurde ein Parzellenversuch, der mit *C. botulinum*-verseuchtem Kompost gedüngt wurde. Parzellen mit höchster Erregerkonzentration zeigten das üppigste Wachstum (!), der Erreger wurde auch in den Pflanzen nachgewiesen.
- es wurde zudem die Hypothese aufgestellt, dass der bereits existente Erreger *C. botulinum* durch die Biogasanlagen weitflächiger ausgebreitet würde, lokal resistente Rinderherden würden mit neuen Erregerstämmen konfrontiert (Problem des grenzüberschreitenden Handels mit Gärsubstraten).
- Bis zu 50 % aller Bakterien in Biogasanlagen sind Clostridien, der Anteil davon kann wiederum bis zu 50 % *C. perfringens* sein.

Um einzuschätzen, ob von Biogasanlagen ein Risikopotenzial ausgeht oder nicht, sind epidemiologische Untersuchungen notwendig (z. B. Verwendung von kritischen Gärsubstraten mit einem bestimmten Erregerpotenzial im Ausgangsstoff).

Mögliche Faktoren, die die Verbreitung von *C. botulinum* fördern:

- Verwendung eines breiten Rohstoffspektrums,
- Betriebstemperaturen von 35 bis 41 °C,
- kontinuierliche Produktionsprozesse (bis zu 10 Jahre Betrieb der Biogasanlagen),
- kurze Verweilzeiten (< 1 Woche),
- Schließung von Infektionskreisläufen bei der Ausbringung von Gärresten,
- Lagerung der Gärsubstrate in nur einem Vorratssilo,
- Einsatz von Starter-Kulturen ohne Hygienekontrolle,
- fehlende Möglichkeiten der Unterbrechung des Produktionsprozesses.
- fehlende Sicherung der Gärreste vor Neukontamination (Schwarz-Weiß-Prinzip)

Hitze reicht nicht, um Keime abzutöten

Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) räumt ein, dass selbst dann ein Restrisiko bleibt: „Es kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass bei stark kontaminierten Einsatzstoffen wie Ausscheidungen erkrankter Tiere zwar eine deutliche Reduktion, nicht aber eine vollständige Elimination der Krankheitserreger erreicht wird“, heißt es in einer Aufklärungsbroschüre.

Auch bei anderen Biogasanlagen, die auf wärme-liebende Mikrobekulturen zurückgreifen und deshalb bei höheren Temperaturen von 50 bis 60 Grad Celsius fahren, kann die Vermehrung von Krankheitskeimen nicht ausgeschlossen werden, stellt das DLG-Merkblatt fest.

„Rückstände von Antibiotika aus der Tierhaltung sowie antibiotikaresistente ESBL- und MRSA-Bakterien wurden bereits in Gülle und Gärprodukten nachgewiesen“, konstatierte das Umweltbundesamt in Berlin Ende 2013.

Fazit: Wer die Massenmedikation von Nutztieren beenden will, muss die industrielle Haltung von Tieren mittelfristig überwinden. **Studien haben klar gezeigt, dass das Keimvorkommen in kleineren ökologisch-bäuerlichen Tierhaltungen deutlich geringer ist als in Großtierbeständen.**



Artgerechte Tierhaltung, Hühner im Auslauf,
Foto: D. Menzler, BLE/ Bonn

Die Vertretbarkeit der gegenwärtigen Bedingungen in der Tiermast ist angesichts der erheblichen Gesundheitsrisiken für Mensch und Tier durch die fortschreitende antimikrobielle Resistenzentwicklung insbesondere bei ESBL- und MRSA-Keimen dringend neu zu bewerten (Spelsberg A).

Quellen

Hannappel S., Groeneweg J., Zühlke S.: Antibiotika und Antiparasitika im Grundwasser unter Standorten mit hoher Viehbesatzdichte. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. 2014

Kreuzig, R und Schröder, U.: Antibiotika-Rückstände in der Gülle: Vorkommen und Einflussfaktoren. Institut für Ökologische und Nachhaltige Chemie, Technische Universität Freiburg, 2014

Merlot J.: Antibiotika: Bodenbakterien geben Resistenzen weiter. Spiegel Online Wissenschaften. 01.09.2012

Ratsak C., et al.: Veterinärantibiotikarückstände in Gülle und Gärresten aus Nordrhein- Westfalen. Environmental Sciences Europe 2013, 25:7

Spelsberg A.: Folgen des massenhaften Einsatzes von Antibiotika in Human- und Veterinärmedizin, (Gutachten im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen)

Friedrichshafen, den 04.09.2018

gez. Dr. Marion Morcher

(LNV-Arbeitskreis-Sprecherin Bodenseekreis und BUND Friedrichshafen)

Für Hinweise und Verbesserungsvorschläge ist die LNV-Geschäftsstelle stets dankbar.

Tel.: 0711 – 24 89 55-20

E-Mail: info@lnv-bw.de, www.lnv-bw.de