

# Gefährliche Keime aus Tierfabriken

Antibiotikaresistente  
Bakterien in Abwässern  
von Schlachthöfen



# Gefährliche Keime aus Tierfabriken

## Antibiotikaresistente Bakterien in Schlachthof-Abwässern

Testergebnisse von Proben von sieben Standorten aus drei Bundesländern

### Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace ist eine internationale Umweltorganisation, die mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen kämpft. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mehr als 600.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.

---

#### Impressum

Greenpeace e.V., Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, Tel. 040/3 06 18 -0 **Pressestelle** Tel. 040/3 06 18 -340, F 040/3 06 18-340, presse@greenpeace.de, www.greenpeace.de **Politische Vertretung Berlin** Marienstraße 19–20, 10117 Berlin, Tel. 030/30 88 99 -0 **V.i.S.d.P.** Dr. Dirk Zimmermann **Foto** Titel: © Lars Berg/ Greenpeace, Mai/2021

## 1. Zusammenfassung der Recherche-Ergebnisse

Das Greenpeace-Investigativteam hat im November/ Dezember 2020 insgesamt 33 Wasser-Proben an Schlachthöfen genommen und an das Institut für Pharmazie der Universität Greifswald übergeben, um sie auf verschiedene (multi-)resistente Bakterien analysieren zu lassen. Bei den meisten Proben (29) handelte es sich um Abwasser. 22 dieser 29 Proben stammen aus sechs Schlachthöfen, deren Abwasser direkt in die Umwelt gelangt. Getestet wurden außerdem sieben Proben aus dem Klärwerk Sögel, in das der ansässige Schlachthof einleitet. Zudem wurden an zwei Standorten Umweltproben aus Flüssen analysiert, in welche die Einleitung erfolgt.

30 der 33 Proben wiesen resistente Bakterien auf. Alle Schlachthofabwässer der Betriebe, die direkt einleiten, waren positiv für Antibiotikaresistenzen. Nur eine Schlachthof-Probe war negativ, dabei handelte es sich um eine Probe aus dem Zufluss in die kommunale Kläranlage aus dem Schlachthof in Sögel. Bei zwei der negativ getesteten Proben handelte es sich um Flusswasser, das flussaufwärts des Einleiters entnommen worden war. Damit waren 28 von 29 Abwasser-Proben mit resistenten Bakterien belastet.

Besonders häufig wurden resistente *Escherichia coli*-Bakterien nachgewiesen (insgesamt 39 Nachweise, davon 30 im Abwasser von Schlachthöfen, die direkt einleiten). Weiterhin wurden resistente Bakterien vom Typ *Klebsiella* (12 Funde), *Enterobacter* (2) und *Citrobacter* gefunden. Bei den meisten nachgewiesenen Resistenzen handelte es sich um Mehrfach-Resistenzen vom Typ ESBL oder 3MRGN (insgesamt 50 Nachweise, davon 38 in Schlachthof-Abwässern/ Direkteinleiter). Es wurden auch Resistenzen gegen das Reserve-Antibiotikum Colistin gefunden, alle 11 Nachweise stammen aus direkt in die Umwelt eingeleiteten Schlachthof-Abwässern, in sieben Fällen wiesen die gegen Colistin resistenten *E.coli* zusätzlich ESBL- oder 3MRGN-Resistenzen auf.

### Tests und Analysen

Beprobt wurden Abwässer aus insgesamt sieben Schlachthöfen in Niedersachsen (Garrel, Großenkneten, Wildeshausen, Sögel), Nordrhein-Westfalen (Hamm, Schöppingen) und Thüringen (Hainspitz), darunter Betriebe der Unternehmen Tönnies, Westfleisch, Wiesenhof und Heidemark. An sechs der sieben Standorte war bekannt, dass die Proben, die am Ort ihrer Einleitung in die Umwelt (Flüsse, Bäche bzw. sogenannte Vorfluter) genommen wurden, ausschließlich aus dem Schlachthof am Standort stammten (sogenannte Direkteinleiter). Nur in Sögel handelte es sich um Abwasser eines Schlachthofes, welcher in die lokale Kläranlage entwässert, und um Proben des kommunalen Abwassers beziehungsweise des geklärten Abwassers beider Herkünfte. Die Herkunft der resistenten Bakterien, die in dem eingeleiteten Wasser gefunden wurden, kann daher nicht eindeutig einer Quelle zugeordnet werden. An zwei Standorten (Hamm und Hainspitz) wurden stromaufwärts Kontrollproben aus dem von der Einleitung betroffenen Fluss (Lippe bei Hamm) beziehungsweise Bach (bei Hainspitz) entnommen.

In den meisten Fällen wurden im Abstand von etwa 14 Tagen Ende November und Anfang Dezember 2020 zwei Probenahmen durchgeführt, in der Regel wurden pro Termin und Ort zwei Proben im Abstand einiger Minuten genommen und analysiert. Die Analyse wurde am Institut für Pharmazie in der AG Pharmazeutische Mikrobiologie der Universität Greifswald durchgeführt.

## Übersicht über Standorte, Proben und Ergebnisse

Ort/ Bundesland	Betrieb	Art und Anzahl Proben	Anzahl resistente Stämme	Anzahl Resistenzen
Garrel/ Nds.	Böseler Goldschmaus	Abwasser, 4	8	8
Hamm/ NRW.	Westfleisch SCE mbH	Abwasser, 4	4	4
		Kontrolle Fluss (Lippe), 2	2	2
Schöppingen/ NRW.	H. Tummel GmbH	Abwasser, 4	4	4
Großenkneten/ Nds.	Heidemark Geflügel GmbH	Abwasser, 4	9	11
Wildeshausen/ Nds.	Geestland Putenspezialitäten (PHW-Gruppe, Wiesenhof)	Abwasser, 4	10	13
Hainspitz/ Th.	Astenhof Frischgeflügel (Sprehe Unternehmensgruppe)	Abwasser, 2	5	6
		Kontrolle, Bach, 2	0	0
Sögel/ Nds.	Weidemark Fleischwaren GmbH (Tönnies Gruppe)	Abwasser*, 7	11	11
<b>Total</b>		<b>33</b>	<b>53</b>	<b>59</b>

Tabelle 1. Standorte und Ergebnisübersicht, Details siehe Text und weitere Tabellen. \*= Abwasser aus verschiedenen Quellen (Schlachthof-Abwasser beziehungsweise kommunales Abwasser vor Einleitung in das Klärwerk, aus Kläranlage in Bach eingeleitetes Abwasser), alle anderen Schlachthöfe

## Bedeutung und Konsequenzen

Resistenzen gegen Antibiotika bedrohen die Wirksamkeit dieser wichtigen pharmazeutischen Wirkstoffgruppe, die Behandlung von bakteriellen Infektionskrankheiten wird damit immer schwerer und ist in bestimmten Fällen praktisch gar nicht mehr möglich. In der EU sterben jährlich etwa 33.000 Menschen an den Folgen einer Infektion mit Antibiotika-resistenten Erregern<sup>1</sup>, die Weltgesundheitsorganisation WHO, Mediziner und Wissenschaftler warnen längst vor einem „post-antibiotischen Zeitalter“. Ein wichtiges Ziel der Gesundheitsvorsorge ist es

<sup>1</sup> [https://ec.europa.eu/health/amr/antimicrobial-resistance\\_en](https://ec.europa.eu/health/amr/antimicrobial-resistance_en)

deshalb, zu vermeiden, dass Antibiotika-Resistenzen überhaupt entstehen und sich verbreiten. Im Sinne des „One-Health-Konzeptes“<sup>2</sup> hat sich auch die deutsche Bundesregierung verpflichtet, in der Human- und Veterinärmedizin dazu beizutragen.

Der Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung führt dazu, dass auch immer wieder in Tierställen, in und auf Fleisch und Fleischprodukten Resistenzen nachgewiesen werden.<sup>3</sup> Auch in Abwässern von Schlachthöfen wurden in der Vergangenheit Antibiotika-Resistenzen gefunden.<sup>4</sup> Greenpeace hat wiederholt darauf hingewiesen, wie gefährlich der Einsatz und der überregionale Transport von belasteter Gülle für die Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen ist in Gülleproben fanden sich entsprechende Erreger sowie Rückstände der Antibiotika, die in den Ställen eingesetzt wurden.<sup>5,6,7</sup>

Die aktuellen Ergebnisse der Greenpeace-Analysen von Schlachthof-Abwässern verdeutlichen noch einmal eindrücklich die Gefahren und Risiken, die von der industriellen Tierhaltung ausgehen. Da es sich überwiegend um direkt und ausschließlich aus Schlachthöfen eingeleitetes Abwasser handelte, ist der Verursacher hier eindeutig benennbar. Vermutlich gelangten die nachgewiesenen Keime mit den Tieren in die Betriebe und in das Abwasser. Und mit dem Abwasser aus Schlachthöfen gelangen die Antibiotika-Resistenzen in Gewässer und die Umwelt. Dies kann bei Kontakt unmittelbar eine Gefahr für die Gesundheit sein (Risiko von Infektion oder Besiedlung mit resistenten Bakterien) und trägt zur generellen Ausbreitung von Resistenzen bei. Mehrfach-Resistenzen gegen gängige Antibiotika sind in Schlachthof-Abwässern flächendeckend zu finden. Besonders bedenklich sind die Funde von Resistenzen gegen das sogenannte „Reserve-Antibiotikum“ Colistin an drei der beprobten Standorte. Dass Antibiotika-Resistenzen längst in der Umwelt angekommen sind, lässt sich durch immer mehr Nachweise belegen, unter anderem auch durch die in den aktuellen Analysen aufgefundenen 3MRGN-Keime in zwei der vier Kontrollen. Zwei der Kontrollproben wiesen aber auch gar keine der untersuchten Resistenzen auf. Dass auch kommunale Abwässer zu dem Problem beitragen, belegen die Ergebnisse aus der Kläranlage Sögel, Resistenzen fanden sich hier im in die Umwelt eingeleiteten Abwasser sowie der Zuleitung kommunaler Abwässer in die Kläranlage, nicht aber in der Zuleitung aus dem ansässigen Schlachthof. Letztere wurde allerdings nur zu einem Zeitpunkt und mit einer Stichprobe untersucht.

Der Antibiotika-Einsatz in der Tierhaltung wird häufig kritisiert. Zwar wurde die Menge zuletzt zumindest zum Teil erfolgreich reduziert, doch der Einsatz von Antibiotika ist in unseren Tierställen weiter eher die Regel als die Ausnahme. Umso wichtiger ist es, weiterhin die Ursachen zu bekämpfen, die zu dem hohen Einsatz führen. Durch bessere Haltung von weniger Tieren lässt sich der Einsatz von Antibiotika und die Entstehung beziehungsweise die Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen weiter reduzieren. Im Sinne des „One-Health-Konzeptes“ muss maximale Minimierung das Ziel sein.

Die Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen durch Schlachthöfe war bisher kaum Gegenstand von öffentlichen Debatten und so gab es bisher auch keine Bemühungen, diese wirksam zu

---

<sup>2</sup> McEwen and Collignon, 2018. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29600770>

<sup>3</sup> z.B. im regelmäßig vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit BVL veröffentlichten „Zoonosen-Monitoring“;

[https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01\\_Lebensmittel/01\\_Aufgaben/02\\_AmtlicheLebensmittelueberwachung/06\\_ZoonosenMonitoring/Im\\_zoonosen\\_monitoring\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_AmtlicheLebensmittelueberwachung/06_ZoonosenMonitoring/Im_zoonosen_monitoring_node.html)

<sup>4</sup> Z.B. im Rahmen des Forschungsprojektes HyReKa; <https://www.egasce.de/2019/04/05/berlin-3-4-april-egasce-profitiert-von-den-ergebnissen-des-bmbf-hyreka-projektes/>

<sup>5</sup> [https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/quellestest\\_2017-multiresistente\\_keime\\_und\\_antibiotika.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/quellestest_2017-multiresistente_keime_und_antibiotika.pdf)

<sup>6</sup> <https://www.greenpeace.de/themen/landwirtschaft/gefaehrliche-keime-der-quelle>

<sup>7</sup> <https://www.greenpeace.de/themen/landwirtschaft/keime-auf-achse>

reduzieren. Greenpeace sieht die Schlachthof-Betreiber in der Pflicht, die Freisetzung von Antibiotika-Resistenzen aus ihren Produktionsanlagen zu verhindern. Die Verantwortung der Fleischindustrie darf sich dabei nicht auf die Produktionsstätten beschränken, sondern muss mit einer deutlich verbesserten Haltung der Tiere beginnen. Nur so können die Verbreitung der Resistenzen und die damit verbundenen Probleme entschärft werden. Politik, Handel und Verbraucherinnen und Verbraucher stehen in der Verantwortung, eine bessere Tierhaltung mit einem minimalen Einsatz von Antibiotika durchzusetzen.

**Greenpeace fordert:**

- **Eine Verpflichtung der Schlachthof-Betreiber zur Installation der wirkungsvollsten Filter- beziehungsweise Aufbereitungssysteme. Kontrolle der Abwässer auf Antibiotika-Resistenzen.**
- **Schluss mit dem massenhaften und ungezielten Einsatz von Antibiotika in der Nutztierhaltung. Stattdessen muss durch bessere Haltungsbedingungen und dem Verzicht von Metaphylaxe (Gruppenbehandlung) die gezielte Behandlung erkrankter Tiere erfolgen.**
- **Ein Verbot des Einsatzes sogenannter Reserve-Antibiotika in der Tierhaltung: Diese Medikamente müssen für den Einsatz in der Humanmedizin reserviert bleiben.**
- **Antibiotika und multiresistente Keime in der Umwelt müssen einem bundesweiten, einheitlichen Monitoring unterworfen werden.**
- **Keine öffentliche Förderung von Gülletransporten und vergleichbaren Maßnahmen, die die Risiken der Verbreitung multiresistenter Keime vergrößern. Stattdessen eine gezielte Förderung landwirtschaftlicher Betriebe, die dem Leitbild einer flächengebundenen Tierhaltung folgen (mit auf Betriebsebene oder lokal geschlossenen Nährstoffkreisläufen).**

## 2. Probenahme, Analyse und Ergebnisse

### 2.1 Wo und was wurde getestet?

Greenpeace hat Ende 2020 insgesamt 33 (Ab-)Wasserproben auf das Vorkommen Antibiotika-resistenter Bakterien getestet. Bei den meisten Proben handelte es sich um Abwasser aus Schlachthöfen, das entweder direkt aus dem Schlachthof oder indirekt über eine auch kommunal genutzte Kläranlage in die Umwelt gelangt. An zwei Standorten der Direkteinleiter wurden Umweltproben aus Flüssen genommen, um die Hintergrundbelastung zu ermitteln.

### Untersuchte Betriebe beziehungsweise Standorte

Für die beprobten Betriebe beziehungsweise Standorte wurden im Vorfeld die Art und der Ort der Einleitung des Abwassers recherchiert und ausgewählt. Grundlage der Recherchen waren öffentlich zugängliche und einsehbare Daten beziehungsweise behördliche Portale wie zum Beispiel Abwasserdatenbanken. Informationen, die nicht ohne weiteres verfügbar sind, wurden nach Umweltinformationsgesetz (UIG) bei den zuständigen Stellen angefragt.

Folgende Standorte waren Teil der durchgeführten Beprobung:

- **Westfleisch SCE mbH, Fleischcenter Hamm**  
59071 Hamm/ Nordrhein-Westfalen  
Die gesamte Westfleisch SCE lag 2019 mit 7,7 Mio. geschlachteten Schweinen auf Platz 2 des ISN-Rankings der größten Schweineschlachtbetriebe, 2020 wurden 7,47 Mio. Schweine geschlachtet.<sup>8</sup> Genaue Zahlen für den Standort Hamm fehlen.  
Einleitung von Abwasser direkt in den Fluss Lippe<sup>9</sup>.  
Einleitung findet knapp unterhalb der Wasseroberfläche statt, daher wurden an diesem Standort Kontrollproben etwa 15 Meter flussaufwärts genommen.
- **Heinz Tummel GmbH & Co. KG**  
48624 Schöppingen/ Nordrhein-Westfalen  
Laut ISN-Ranking wurden 2019 1,54 Mio. Schweine geschlachtet (Platz 7 der größten Schweineschlachtbetriebe).  
Einleitung nach Vorklärung direkt in die Natur<sup>10</sup>.
- **Heidemark Geflügel GmbH & Co. KG**  
26197 Großenkneten/ Niedersachsen  
Heidemark beziffert die Schlachtkapazität auf 200 Mio. Kilogramm Putenfleisch jährlich<sup>11</sup>, nach NWZ sind das ca. 300.000 Tiere pro Sechs-Tage-Woche<sup>12</sup>. Mit einem Umsatz von 700 Mio. Euro in 2018 landete das Unternehmen damit laut Agrarzeitung auf Platz 10 der größten Unternehmen der Fleischwirtschaft<sup>13</sup>.  
Einleitung direkt in den „Hageler Bach“.
- **Geestland Putenspezialitäten GmbH & Co. KG**  
27793 Wildeshausen/ Niedersachsen  
Teil von Wiesenhof, gehört zur PHW-Gruppe<sup>14</sup>.

---

<sup>8</sup> <https://www.westfleisch.de/unternehmen/kennzahlen/>

<sup>9</sup> Laut Abwasserdatenbank NRW <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf;jsessionid=25687BF0C8FC7D1581236EBOF32E9CD6>

<sup>10</sup> Laut Abwasserdatenbank NRW <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf#>

<sup>11</sup> <https://www.heidemark.de/unternehmen/wissenswertes/>

<sup>12</sup> [https://www.nwzonline.de/oldenburg-kreis/wirtschaft/ahlhorn-heidemark-spatenstich-kommt-in-sichtweite\\_a\\_50,8,1716435167.html](https://www.nwzonline.de/oldenburg-kreis/wirtschaft/ahlhorn-heidemark-spatenstich-kommt-in-sichtweite_a_50,8,1716435167.html)

<sup>13</sup> <https://www.agrarzeitung.de/galerien/Die-Top-10-Gruppen-152>

<sup>14</sup> <https://www.wiesenhof-online.de/unternehmen/standorte/wildeshausen/>

Laut TopAgrar Schlachtung von täglich 40.000 Tieren<sup>15</sup>.  
Einleitung direkt in den Bach Brookbäke<sup>16</sup>

- **Astenhof Frischgeflügel Produktions- und Handels-GmbH**  
07607 Hainspitz/ Thüringen  
Teil der Sprehe Unternehmensgruppe. Am Standort Schlachtung von Geflügel (Hähnchen, Puten, Gänse)<sup>17</sup>, genehmigt für eine Produktionskapazität von 50t Schlachtkörpern sowie 75t Fertigerzeugnissen pro Tag<sup>18</sup>.  
Einleitung von Abwasser direkt in Vorfluter.  
Einleitung findet unterhalb der Wasserlinie statt, daher wurde an diesem Standort eine Kontrollprobe etwa 20 Meter flussaufwärts genommen.
- **Weidemark Fleischwaren GmbH**  
49751 Sögel/ Niedersachsen  
Gehört zur Tönnies-Gruppe. Laut NOZ Schlachtung von 16.000 Schweinen täglich<sup>19</sup>. Einleitung in kommunale Kläranlage Sögel.
- **Böseler Goldschmaus GmbH & Co. KG**  
49681 Garrel/ Niedersachsen  
Nach ISN-Ranking wurden 2019 1,77 Mio. Schweine geschlachtet<sup>20</sup>.  
Einleitung in die benachbarte Kläranlage der KA FA, in der ansonsten nur Abwasser eines Herstellers von Convenience-Lebensmitteln<sup>21</sup> geklärt wird. Die Abwässer der Kläranlage werden direkt in einen Kanal eingeleitet.<sup>22</sup>

## Probenahme

Die Proben wurden vor Ort mit sterilen, 500 ml fassenden Kunststoff-Behältern unter Beachtung aller notwendigen Hygienemaßnahmen genommen. Wasser- und Lufttemperatur wurden ebenso dokumentiert wie Geruch, Trübung und weitere Auffälligkeiten. Die Proben wurden gekühlt (4°C) und über Nacht in das Labor der Universität Greifswald gebracht und dort umgehend analysiert.

## Untersuchte (multi-)resistente Keime

**ESBL (Extended-Spectrum-Beta-Laktamase):** Etwa jede 15. Person in Deutschland (bis zu 7 Prozent) trägt ESBL-bildende Keime an beziehungsweise in sich, Tendenz steigend.<sup>23</sup> ESBL-bildende Bakterien können Enzyme hervorbringen, die etwa die Wirksamkeit von 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 unwirksam machen zu können. Diese Eigenschaften können von Keim zu Keim weitergegeben werden. Übertragungen verlaufen auch artübergreifend, etwa von Darmkeimen zu anderen Keimen, die Lungenentzündung auslösen können, oder von Tieren zu Menschen

---

<sup>15</sup> [https://www.topagrar.com/gefluegel/nach-geestland-schliessung-spitzt-sich-lage-in-putenstaellen-zu-12101175.html?utm\\_campaign=related&utm\\_source=topagrar&utm\\_medium=referral](https://www.topagrar.com/gefluegel/nach-geestland-schliessung-spitzt-sich-lage-in-putenstaellen-zu-12101175.html?utm_campaign=related&utm_source=topagrar&utm_medium=referral)

<sup>16</sup> Laut Abwasserdatenbank Niedersachsen NLWKN <http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadenza/>

<sup>17</sup> <https://www.sprehe.de/de/standorte/hainspitz.html>

<sup>18</sup> Nach BImSchV

<sup>19</sup> Bericht von 2016 <https://www.noz.de/deutschland-welt/niedersachsen/artikel/693759/weidemark-in-sogel-aufstockung-laut-tonnies-denkbar>

<sup>20</sup> <https://www.schweine.net/markt/schlachthofranking.html>

<sup>21</sup> <https://gugcp.de/>

<sup>22</sup> „Friesoyther Wasseracht“, Auskunft an Greenpeace nach Umweltinformationsgesetz UIG

<sup>23</sup> GERMAP 2015: [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05\\_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3)



und umgekehrt. Wer ESBL-bildende Bakterien aufnimmt, merkt meist zunächst nichts. Erst wenn besiedelte Menschen beispielsweise Durchfall oder eine Lungenentzündung bekommen oder operiert werden müssen, kann sich herausstellen, dass Antibiotika bei diesen Patienten nicht mehr wirken.

**MRGN sind multiresistente gram-negative Stäbchenbakterien** (z. B. *Escherichia coli* oder *Klebsiella pneumoniae*), die resistent gegenüber mehreren Antibiotikaklassen sind, im Falle der nachgewiesenen 3-MRGN also gegen drei der vier wichtigsten Klassen von Antibiotika. Die Bezeichnung MRGN besagt damit, dass ein Bakterium multiresistent ist. Es handelt sich um eine Sammelbezeichnung, die ESBL-Bildner miteinschließt.

Je nach Bakteriengruppe befinden sich die Keime meist im Magen-Darm-Trakt von Tier und Mensch oder auf der Haut; seltener im Nasen-Rachenraum und im Analbereich. Auch in oder auf rohen Lebensmitteln sind sie auffindbar. Resistente Bakterien treten besonders häufig dort auf, wo viele Antibiotika verwendet werden. Daher sind sie in den letzten Jahren zunehmend ein Problem bei der Behandlung von Krankenhauspatienten geworden. MRGN-Bakterien besiedeln aber auch gesunde Menschen in der Allgemeinbevölkerung, ohne diese direkt krank zu machen.

**Colistin-resistente Enterobakterien** sind eine Gruppe resistenter Bakterien, die gegen das Antibiotikum Colistin unempfindlich sind. Colistin zählt zu den sogenannten „Reserveantibiotika“<sup>24</sup>, die in der Humanmedizin nur als letztes Mittel eingesetzt werden sollen, um bakterielle Infektionen bei den Menschen bekämpfen zu können, bei denen andere Antibiotika nicht mehr wirken. In der Humanmedizin wird es deshalb und wegen möglicher Nebenwirkungen (Schädigung der Nieren und des Nervensystems) nur selten eingesetzt. In der Tierhaltung findet es jedoch breite Anwendung zur Behandlung von Infektionen des Magen-Darm-Traktes bei Nutztieren. Seit 2015 ist bekannt, dass Colistin-Resistenzen zwischen Bakterien über Plasmide (DNA-Moleküle, die in Bakterien vorkommen) ausgetauscht werden können. Das Resistenzgen kann fest in das Bakterienchromosom integriert werden und sich damit noch weiterverbreiten.<sup>25</sup>

**Carbapenemase-bildende Enterobakterien** können bestimmte Antibiotika (Carbapeneme) aus der Gruppe der Beta-Lactame unwirksam machen und damit Resistenz entwickeln. Auch sie kommen in Nutztierbeständen vor. Sie können über Lebensmittel oder den Kontakt zu Nutztieren zum Menschen gelangen. Bestimmte Infektionen können dadurch schwerwiegende Folgen haben, weil die Behandlung mit bestimmten Antibiotika massiv erschwert wird. Daher muss auch die Verbreitung von Carbapenem-Resistenzen verhindert werden.<sup>26</sup>

**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, die in ihrem Beruf Kontakt zu landwirtschaftlichen Nutztieren (Landwirten und Tierärzten), insbesondere Schweinen haben. 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 bis 30 Prozent der Patienten als MRSA-positiv.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> WHO, „Critically Important Antimicrobials for Human Medicine“: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255027/9789241512220-eng.pdf?sequence=1>

<sup>25</sup> Bundesinstitut für Risikobewertung zu Colistin und Colistin-Resistenz: [https://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zum\\_antibiotikum\\_colistin\\_und\\_zur\\_uebertragbaren\\_colistin\\_resistenz\\_von\\_bakterien-196989.html](https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zum_antibiotikum_colistin_und_zur_uebertragbaren_colistin_resistenz_von_bakterien-196989.html)

<sup>26</sup> <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/antibiotikaresistenz-carbapenemase-bildende-keime-in-nutztierbestaenden.pdf>

<sup>27</sup> [http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_methicillin\\_resistenten\\_staphylococcus\\_aureus\\_\\_mrsa\\_-11172.html](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus__mrsa_-11172.html)

## 2.2 Wie wurde auf (multi-)resistente Bakterien getestet?

Die Analysen wurden am Institut für Pharmazie in der AG Pharmazeutische Mikrobiologie der Universität Greifswald durchgeführt. Die Wasserproben wurden nach Kultur- und Filtermethode bearbeitet. In beiden Fällen wurden alle Arbeitsschritte unter einer Laminar-Air-Flow-Box durchgeführt.

### Filtermethode:

- Ca. 100 ml Probe mit steriler Gaze vorgefiltert
- Filtrat durch Filter (0,45 µm) mithilfe der EZ-Stream™ Pump (Merck Millipore) gezogen
- Filter in 10 ml TSB-Cefotaxim (4 µg/ml) eingebracht und über Nacht inkubiert (37°C)
- Folgetag: 100 µl aus Übernachtskultur entnommen und auf ChromID-Selektionsplatten mit verschiedenen Antibiotika ausplattiert
- Auswertung des Phänotyps nach weiterer Inkubation über Nacht

### Kulturmethode:

- 100 µl der unbehandelten Wasserprobe auf ChromID-Selektionsplatten mit verschiedenen Antibiotika aufgetragen, ausplattiert und über Nacht inkubiert (37°C)
- 5 ml der unbehandelten Probe in 5 ml TSB-Cefotaxim (4 µg/ml) über Nacht inkubiert (37°C)
- Folgetag: Herstellung von Verdünnungsreihen der Übernachtskulturen
- 100 µl der Verdünnungen 10<sup>-4</sup> und 10<sup>-5</sup> auf ChromID-Selektionsplatten ausplattiert
- Auswertung des Phänotyps nach weiterer Inkubation über Nacht

### Verwendete Chrom-ID-Platten:

- ChromID™ Colistin R Agar (COLR)
- ChromID™ MRSA SMART Agar
- ChromID® CARBA SMART Agar (CARB/OXA)
- ChromID® ESBL Agar

### Auswertung und Vorbereitung instrumentelle Analytik

- Platten wurden bezüglich des Auftretens von Klebsiella spp., Enterococcus spp., Staphylococcus spp. und Escherichia spp. untersucht
- Bakterielle Doppkulturen (durch Anwendung der beiden Verfahren) wurden entfernt
- Relevantes bakterielles Wachstum ausschließlich auf Colistin- und ESBL-Platten nachweisbar
- Nach Möglichkeit wurde pro Platte je ein vermeintlicher Keim der genannten Bakteriengattungen auf eine frische ChromID-Platte mit gleichem Antibiotikum aufgetragen → Ziel: Herstellung von Reinkulturen
- Die Platten wurden über Nacht bei 37°C inkubiert
- Gab es Verunreinigungen auf den Platten wurden Einzelkolonien entnommen und wieder auf neuen Platten über Nacht inkubiert, bis Reinkulturen vorlagen
- Entnahme einer Einzelkolonie der Reinkultur und Beimpfung von Blutplatten (Columbia Agar + 5 % sheep blood)
- Inkubation der Blutplatten über Nacht bei 37°C
- Analyse einer Einzelkolonie von Blutplatte mittels Vitek® und Maldi-Tof zur Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration und Verifizierung der Bakterienspezies
- Analyse der Colistinresistenz: manuell im 96-Well-Format als minimale Hemmkonzentration (MHK) in Triplikaten; Cut-off Resistenz: 4 µg/ml

## 2.3 Analyse auf Covid-19

Im Rahmen der Probenahmen am 16./17.11.2020 wurde von allen sieben Standorten je eine weitere Probe genommen und nach gekühltem Über-Nacht-Transport von einem kommerziellen Labor per interner PCR-Methode auf SARS-CoV2-Erreger (Covid-19-Viren) analysiert.

## 2.4 Ergebnisse und Einordnung

### Antibiotika-resistente Bakterien

In 30 der 33 Proben konnten im Labor Antibiotika-resistente Bakterien nachgewiesen werden. Es ist nicht auszuschließen, dass weitere resistente Erreger oder Pathogene in den Proben enthalten waren, auf die aber nicht analysiert wurde. Bei zwei der negativ getesteten Proben handelte es sich um Flusswasser, das zur Kontrolle der Hintergrundbelastung flussaufwärts des Einleiters entnommen worden war. Alle Schlachthofabwässer der direkt in die Umwelt einleitenden Betriebe waren positiv für Antibiotikaresistenzen. Nur eine Schlachthof-Probe war negativ, dabei handelte es sich um eine Probe aus dem Zufluss in die kommunale Kläranlage aus dem Schlachthof in Sögel. Von 29 Abwasser-Proben waren somit 28 mit resistenten Bakterien belastet.

Besonders häufig konnten Antibiotika-resistente *Escherichia coli*-Bakterien nachgewiesen werden. Von insgesamt 39 Nachweisen betrafen 30 Abwasser aus direkt einleitenden Schlachthöfen. Weiterhin wurden resistente Bakterien vom Typ *Klebsiella* (12 Funde), *Enterobacter* (2) und *Citrobacter* aufgefunden. Bei den meisten nachgewiesenen Resistenzen handelte es sich um Mehrfach-Resistenzen vom Typ ESBL oder 3MRGN. Insgesamt waren dies 50 Nachweise, davon 38 in Schlachthof-Abwässern von Direkteinleitern. Es wurden auch Resistenzen gegen das Reserve-Antibiotikum Colistin gefunden, alle 11 Nachweise stammen aus direkt in die Umwelt eingeleiteten Schlachthof-Abwässern, in sieben Fällen wiesen die gegen Colistin resistenten *E.coli* zusätzlich ESBL- oder 3MRGN-Resistenzen auf.

Die Nachweise betrafen alle Schlachthöfe und damit auch sämtliche Tierarten, die in diesen geschlachtet werden (Schweine und Geflügel). Da die Abwässer größtenteils ausschließlich aus den Schlachtbetrieben stammten, liegt die Vermutung nahe, dass die Bakterien mit den Tieren in die Betriebe gelangten. Dies entspricht den vielfach beschriebenen Funden von resistenten Erregern in tierhaltenden Betrieben, auf Fleisch oder auch in Gülle (dazu mehr in 3.2). Die Abwässer der Betriebe von Heidemark, Geestland und Astenhof, alle drei Geflügel-Schlachthöfe, waren verglichen mit den Schweine-Schlachtbetrieben stärker mit resistenten Bakterien belastet. Dies entspricht der Häufigkeit des Nachweises in Geflügelbetrieben und den meist stärker mit Antibiotika-resistenten Bakterien kontaminierten Geflügelfleisch-Proben<sup>28</sup>.

Carbapenemase-resistente Enterobakterien und MRSA waren im Analyseumfang enthalten, konnten aber in keiner der Proben nachgewiesen werden.

Die detaillierten Ergebnisse finden sich in den Tabellen im Anhang.

### Antibiotika-Resistenzen und (Schlachthof-) Abwasser

Antibiotika-Resistenzen in der Umwelt sind eine Bedrohung für die menschliche Gesundheit.<sup>29</sup> Die aktuellen Greenpeace-Analysen, die auf Stichproben zu zwei Zeitpunkten im Abstand von etwa zwei Wochen an sieben Standorten beruhen, lassen den Schluss zu, dass resistente

---

<sup>28</sup> Zuletzt z.B. <https://germanwatch.org/de/19460>

<sup>29</sup> Siehe z.B. <https://www.springermedizin.de/die-umwelt-als-reservoir-fuer-antibiotikaresistenzen/15601044>

Bakterien durch die Abwässer aus Schlachtbetrieben verbreitet werden. Das ist in der Öffentlichkeit bisher kaum bekannt oder thematisiert worden. Dass die resistenten Erreger aus den Schlachtbetrieben stammen, verdeutlicht auch die Tatsache, dass die Kontrollen, die flussaufwärts von den Stellen genommen wurden, wo das belastete Abwasser eingeleitet wird, nur gering oder gar nicht belastet waren. Schlachthöfe sind dabei keineswegs der einzige Eintragspfad für problematische Keime aus der Tierhaltung, vielmehr handelt es sich um ein Glied in einer Kette, die vom Stall (Abluft) über den Acker (Ausbringung belasteter Gülle) über die Schlachtung und Verarbeitung bis zum belasteten Produkt im Supermarktregal reicht. Die meisten dieser Eintragspfade stellen ein grundsätzliches Problem für die öffentliche Gesundheit dar, da sie zum allgemeinen Resistenzniveau von Bakterien in der Umwelt beitragen. Letztlich können auch diese Resistenzen beim Menschen landen und die Behandlung von Infektionskrankheiten dramatisch erschweren.

Grundsätzlich ist die Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen beziehungsweise resistenten Bakterien durch Abwässer ein bekanntes Problem, das auch kommunale Abwässer betrifft. Besonders problematisch sind klinische Abwässer.<sup>30</sup> Es gibt kein umfassendes oder transparentes Monitoring dieser Abwässer, sie gelangen aber zunehmend in den Fokus wissenschaftlichen und politischen Interesses, etwa durch Erforschung im Verbundprojekt „HyReKa“<sup>31</sup> oder auch durch die Weltgesundheitsorganisation WHO<sup>32</sup>. Das Umweltbundesamt sieht vor allem zahlreiche offene Forschungsfragen<sup>33</sup>. Aktuelle Informationen zu den Risiken und Folgen der Verbreitung von multiresistenten Keimen in der Umwelt mit Fokus auf die Gesundheitsgefährdung durch Abwasser und den technischen Möglichkeiten der Elimination gibt es bei der „Deutschen Gesellschaft für Membrantechnologie“, die das Thema 2021 in den Mittelpunkt einer Veranstaltung stellte.<sup>34</sup> Umfassend untersucht wurde der Themenkomplex im HyReKa-Verbundprojekt, in dem auch die „Wertschöpfungskette Fleisch“ Beachtung fand. Resistente Bakterien fanden sich dabei vom Stall bis zum Schlachtbetrieb. Abwasser und Prozesswässer aus Geflügel- und Schweineschlachthöfen wurden als wichtiges Reservoir für antibiotikaresistente Bakterien identifiziert. In Geflügelschlachthöfen waren insbesondere Keime mit klinischer Relevanz und Colistin-resistente Enterobakterien auffällig, Schweineschlachthöfe machten mit sogenannten ESKAPE-Bakterien<sup>35</sup> und ESBL-produzierenden E.coli auf sich aufmerksam. Der Bericht kommt zu dem Schluss: „Die ubiquitäre Verbreitung von Bakterien der ESKAPE-Gruppe (insb. E. coli und MRSA), die Resistenzen gegen „Highest Priority Critically Important Antimicrobials“ (i.e. Cephalosporine 3. und höheren Generationen, Fluorchinolone, Polymixine) aufweisen, in Prozesswässern und Abwasser von Geflügel- und Schweineschlachthöfen ist besorgniserregend.“<sup>36</sup>

Eine spezielle Problematik stellt der biologische Ursprung der Kontaminationen von Abwasser mit resistenten Keimen dar: es ist möglich, dass während der Lagerung oder Reinigung keine Verdünnung oder kein Abbau stattfindet, wie bei den meisten chemischen Verunreinigungen, sondern sogar eine Vermehrung der Bakterien erfolgt. Diese kann durch Selektionsdruck über chemische Kontaminationen (die entsprechenden Antibiotika, aber auch andere Chemikalien wie zum Beispiel Pestizide oder Schwermetalle) oder (Mikro-) Plastik begünstigt werden. Eine

---

<sup>30</sup> <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000092290>

<sup>31</sup> BMBF-Forschungsvorhaben zu Antibiotikaresistenzen im Wasserkreislauf; <http://www.hyreka.net/>; Synthese- und Abschlussbericht: <https://docplayer.org/199750169-Hyreka-synthese-und-abschlussbericht-bonn-karlsruhe-dresden-aachen-bad-elster-2020.html>

<sup>32</sup> [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/wash-wastewater-management-to-prevent-infections-and-reduce-amr/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-wastewater-management-to-prevent-infections-and-reduce-amr/en/)

<sup>33</sup>

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/181012\\_uba\\_hg\\_antibiotika\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/181012_uba_hg_antibiotika_bf.pdf)

<sup>34</sup> <https://www.dgmt.org/index.php/dgmt-stakeholder-dialog-download.html>

<sup>35</sup> Enterococcus spp., Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter spp.

<sup>36</sup> <https://docplayer.org/199750169-Hyreka-synthese-und-abschlussbericht-bonn-karlsruhe-dresden-aachen-bad-elster-2020.html>; Seiten 28 und 29

Aufbereitung kann die Belastung des Abwassers durch kritische Bakterien aber auch deutlich reduzieren, in der Regel sorgt die mechanisch-biologische Aufreinigung für eine starke Reduktion der Belastung mit resistenten Bakterien<sup>37</sup>. Das HyReKa-Verbundprojekt kommt zu dem Schluss, dass eine dezentrale Abwasserbehandlung (Tierverarbeitung und Kliniken) möglich und sinnvoll ist, der Abschlussbericht fordert außerdem entsprechende Regularien und Grenzwerte zum Nachweis beziehungsweise zur Reduktion von Antibiotika-resistenten Bakterien<sup>38</sup>. Völlig eliminieren lassen sich die Bakterien aber kaum. Verfahren der (Ultra-) Filtration sind aufwändig und teuer, mit ihnen können aber theoretisch die Bakterien aus Abwasser weitgehend entfernt werden. Im Versuch erzielten bei der Reinigung von Abwasser aus Geflügelschlachthöfen Ultrazentrifugation und Ozon-Behandlung hohe Effizienz bei der Reduktion der Keimzahlen.<sup>39</sup> Selbst in weitgehend keimfreiem Wasser verbleiben jedoch Risiken durch die möglicherweise noch enthaltenen Resistenzgene, die in der Umwelt auf andere, neue Bakterien übergehen können und die Resistenzen so weiterverbreiten (horizontaler Gentransfer). Ein aktueller Überblick über Abwasserbehandlungsverfahren zur Eliminierung von Antibiotika-Resistenzen beziehungsweise Resistenzgenen findet sich bei Wang und Cheng.<sup>40</sup>

Im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ist die bestmögliche Reinigung von Abwasser erforderlich. Dies entspricht auch der EU-Richtlinie 2010/75 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung), in der die mikrobiologische Dekontamination von Abwasser allerdings nicht spezifiziert wird.<sup>41</sup> Aus den Ergebnissen der getesteten Schlachthof-Abwässer ergibt sich eine besondere Pflicht für die Betreiber der entsprechenden Betriebe, alles dafür zu tun, an diesem Punkt der Produktionskette die Gesundheitsgefahren für die Bevölkerung auf ein Minimum zu reduzieren. Dies gilt nicht nur für die direkte Einleitung von Schlachthof-Abwasser in die Umwelt. Auch wenn das Abwasser in andere Kläranlagen (zum Beispiel solche für kommunale Abwässer) geleitet wird, sollte es entsprechend dem Verursacherprinzip so gering belastet sein wie möglich. Da es hier aber nur um den letzten Schritt in einer Kette geht, deren Auswirkungen weit über die Abwässer aus Schlachthöfen hinaus reichen, umfasst die Verantwortung viel mehr: nur mit einer deutlich verbesserten Haltung von weniger Tieren wird sich der Antibiotika-Einsatz in der Tierhaltung weiter wirksam auf das absolut notwendige Minimum reduzieren lassen. Damit ließe sich auch das ungelöste (und nur schwer lösbar) Problem am besten bearbeiten, dass resistente Keime und Antibiotika-Rückstände durch das Ausbringen belasteter Gülle oder direkt aus den Ställen beziehungsweise über den Kontakt zu den Tieren verbreitet werden. Letztlich dürfte sich so auch die Kontamination von Fleisch und Fleischprodukten mit resistenten Erregern reduzieren lassen.

---

<sup>37</sup> Siehe z.B. [https://www.th-luebeck.de/fileadmin/media/01\\_Hochschule/05\\_Fachbereiche/Bauwesen/Bilder/Projekte/PrioSH/PrioSH-Abschlussbericht\\_gesamt.pdf](https://www.th-luebeck.de/fileadmin/media/01_Hochschule/05_Fachbereiche/Bauwesen/Bilder/Projekte/PrioSH/PrioSH-Abschlussbericht_gesamt.pdf)

<sup>38</sup> <https://docplayer.org/199750169-Hyreka-synthese-und-abschlussbericht-bonn-karlsruhe-dresden-aachen-bad-elster-2020.html>, Seite 22

<sup>39</sup> Savin et al., 2020. Isolation and characterization of ESKAPE-bacteria and ESBL-producing E. coli from waste- and process water of German poultry slaughterhouses J.AEM.02748-19 [pii] 10.1128/AEM.02748-1

<sup>40</sup> 2020, Removal of antibiotic resistance genes (ARGs) in various wastewater treatment processes: An overview; <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10643389.2020.1835124>

<sup>41</sup> <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:de:PDF>

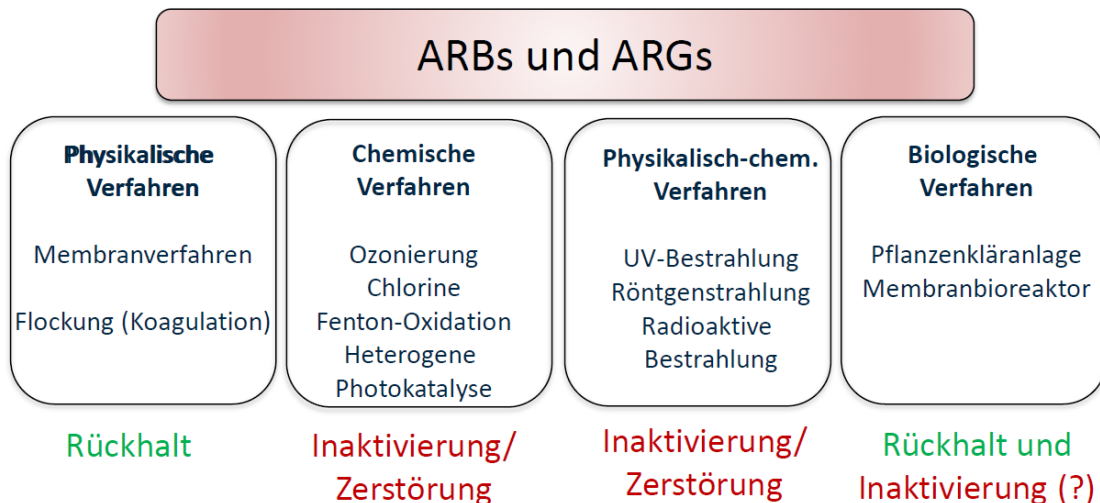


Abb.1. Verfahren zur Eliminierung von Antibiotika-resistenten Bakterien bzw. Resistenzgenen aus Abwasser. Aus Lyko 2021, Technische Lösungsansätze zur Elimination von multiresistenten Keimen aus Abwasser.<sup>42</sup>

### Covid-19

Tests auf Covid-19-Viren wurden angesichts der aktuellen Pandemie-Lage, den Diskussionen um Abwasser als Früherkennungs- beziehungsweise Monitoring-Tool und den in 2020 vielfach bekannt gewordenen Krankheitsausbrüchen unter Mitarbeiter\*innen von Schlachtbetrieben durchgeführt. Alle Proben waren negativ, auf weitere Probenahmen und Analysen wurde nach den Ergebnissen der ersten sieben Proben verzichtet.

<sup>42</sup> Vortrag auf DGMT Stakeholder Dialog; <https://www.dgmt.org/index.php/dgmt-stakeholder-dialog-download.html>

### 3. Bedeutung und Hintergrund: Antibiotika und (multi-)resistente Keime

Mit der Entdeckung des Penicillins durch Alexander Fleming (1881–1955) wurden Antibiotika als Medikamente verfügbar. Seit gut 80 Jahren retten sie bei Entzündungen unzähligen Menschen das Leben und ersparen sehr viel Leid. Die meisten bakteriellen Infektionen sind mit Antibiotika gut und effektiv behandelbar. Doch inzwischen wirken viele Antibiotika nicht mehr, Bakterien und krankmachende Keime haben Resistenzen entwickelt. Das Problem verschärft sich durch die schleppende Erforschung beziehungsweise Entwicklung neuer Wirkstoffe (unter anderem, weil die Vermarktungschancen schlecht sind, da neue Wirkstoffe als Reserve-Antibiotika so gut es geht zurückgehalten werden müssen, um möglichst lange wirksam zu sein).<sup>43</sup>

Die Weltgesundheitsorganisation WHO warnt seit langem vor einem „postantibiotischen Zeitalter“, in dem einfache Infektionen zu einer tödlichen Gefahr werden, wenn Antibiotika nicht mehr wirken.<sup>44</sup> In der EU sterben schon heute etwa 33.000 Menschen jährlich an den Folgen einer von resistenten Bakterien ausgelösten Infektion. Die durch Antibiotika-Resistenzen entstandenen Kosten werden auf 1,5 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt.<sup>45</sup>

Die „Besiedelung“ mit multiresistenten Bakterien, etwa der Schleimhäute durch MRSA, geschieht unbemerkt und ist meist reversibel. Ihr Ursprung ist angesichts der weiten Verbreitung resistenter Bakterien in der Umwelt und der Lebensmittelkette nur in Ausnahmefällen nachvollziehbar. Akute Infektionen finden vielfach in Krankenhäusern statt. Besonders gefährdet sind Patienten mit einem geschwächten Immunsystem. Die Besiedelung kann problematisch werden, wenn eine Infektion mit einem Antibiotikum behandelt wird, gegen das potenzielle Krankheitserreger resistent sind. Diese Erreger haben gegenüber anderen Bakterien einen „Wettbewerbsvorteil“ und können Infektionen hervorrufen, die äußerst schwer in den Griff zu bekommen sind, wenn eine Multiresistenz vorliegt.

WHO und FAO gehen mittels des holistischen Ansatzes des „One-Health“-Konzepts gegen das Problem der Resistenzbildung vor.<sup>46</sup> Auch Deutschland hat sich verpflichtet, diesem Konzept zu folgen und die Resistenzbildung und -ausbreitung in allen Sektoren (Human- und Veterinärmedizin) bestmöglich zu bekämpfen.<sup>47</sup> Wesentliches Element der Strategie ist die Reduktion des Antibiotikaeinsatzes auf das absolut notwendige Minimum.

Resistenzbildung ist ein natürlicher Prozess, der auch in der Natur (der viele Antibiotika-Wirkstoffe entnommen sind) vorkommt. Das Ausmaß des Einsatzes von Antibiotika bestimmt maßgeblich die Geschwindigkeit der Resistenzbildung, deren Dauerhaftigkeit und Ausbreitung. Resistenzen können sowohl chromosomal (im Genom der Bakterien) verankert sein und damit an alle Nachkommen weitergegeben werden, als auch auf mobilen genetischen Elementen (Plasmiden) vorliegen. Ein Transfer ist nicht nur innerhalb einer Art oder Bakteriengruppe möglich: Mittels sogenanntem „horizontalem Gentransfer“ können Antibiotika-Resistenzen zwischen verschiedenen Bakterien ausgetauscht werden. Ein Beispiel ist die über das Gen *mcr-1* vermittelte Resistenz gegen das als Reserveantibiotikum eingestufte Colistin: Es liegt in der Regel auf einem Plasmid vor und verbreitet sich auf diese Weise schnell weiter, kann aber

---

<sup>43</sup> <https://www.who.int/news/item/15-04-2021-global-shortage-of-innovative-antibiotics-fuels-emergence-and-spread-of-drug-resistance>

<sup>44</sup> „WHO warns against 'post-antibiotic' era“; <https://www.nature.com/news/who-warns-against-post-antibiotic-era-1.15135>

<sup>45</sup> [https://ec.europa.eu/health/amr/antimicrobial-resistance\\_en](https://ec.europa.eu/health/amr/antimicrobial-resistance_en)

<sup>46</sup> <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-policy/one-health>;  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10393-019-01415-5>

<sup>47</sup> <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/antibiotika-resistenzen/antibiotika-resistenzstrategie.html>

auch in das bakterielle Chromosom eingebaut werden.<sup>48</sup> Mcr-1 wurde 2015 erstmals beschrieben (China), es findet sich mittlerweile weltweit, seit 2016 auch in Deutschland<sup>49</sup> und hier ebenfalls bei Nutztieren<sup>50</sup>.

In der Tierhaltung werden Antibiotika ebenfalls nur noch zur Behandlung von Infektionen verwendet. Der lange übliche Einsatz als Leistungsförderer (in niedrigen Konzentrationen, um über eine Verschiebung der Darmflora Stoffwechselprozesse zu beeinflussen und das Wachstum zu fördern) ist in der EU seit 2006 verboten. Weit verbreitet, insbesondere in der Schweine- und Geflügelhaltung, ist allerdings die sogenannte Metaphylaxe, das bedeutet bei Erkrankung eines Tieres wird die ganze Gruppe behandelt.

### 3.1 Antibiotikaeinsatz in Human- und Veterinärmedizin

In der Humanmedizin werden jährlich etwa 700 bis 800 Tonnen Antibiotika eingesetzt. Bezogen auf die Tagesdosen liegt der Einsatz sogenannter „Reserve-Antibiotika“, also besonders wichtiger Wirkstoffe, in den vergangenen Jahren relativ stabil bei etwa 40 Prozent.<sup>51</sup>

Verlässliche Daten aus der Tierhaltung liegen erst seit 2011 vor, ältere Zahlen beruhen auf Schätzungen. Bis 2018 sank die Menge abgegebener Antibiotika von einem sehr hohen Niveau (1706 Tonnen) auf 722 Tonnen.<sup>52</sup> Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit BVL weist darauf hin, dass der Rückgang nicht zwingend als Indiz für weniger Antibiotikatherapien gewertet werden kann. Das Amt sieht zwar einen möglichen „Zusammenhang mit der öffentlichen Diskussion zur Antibiotikaresistenz und der Forderung nach Reduktion des Antibiotikaeinsatzes“, gibt aber auch zu bedenken, dass „möglicherweise ... der Rückgang der Gesamtmenge abgegebener Antibiotika auch durch den vermehrten Einsatz von Wirkstoffen, die in geringerer Dosierung pro Kilogramm Körpergewicht angewendet werden, ausgeglichen [wurde].“<sup>53</sup> 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.<sup>54</sup> Zahlen zu Therapiehäufigkeit und Absatzmengen sind nicht einfach zu interpretieren, absolute Mengen nur bedingt aussagekräftig. Allein Reserveantibiotika (nach Definition der WHO<sup>55</sup>) aus der Gruppe der Polypeptide (Colistin) machen etwa zehn Prozent der Abgabemenge aus. Grundsätzlich ist die Abgabe von Reserveantibiotika aus den Gruppen der Cephalosporine, Fluorchinolone und Polypeptide längst nicht so stark rückläufig wie die Abgabe anderer Wirkstoffe. Über alle Wirkstoffgruppen hinweg lässt sich eine gewisse Sättigung feststellen, in den vergangenen Jahren sanken die Abgabemengen nur noch geringfügig (von 805 Tonnen 2015 auf 722 Tonnen 2018); zuvor war die Menge binnen vier Jahren zwischen 2011 und 2015 um mehr als 50 Prozent zurückgegangen (von 1706 Tonnen auf 805 Tonnen).

---

<sup>48</sup> Zhou et al., 2017, Occurrence of Plasmid- and Chromosome-Carried mcr-1 in Waterborne Enterobacteriaceae in China. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5527621/>

<sup>49</sup> <https://www.dzif.de/de/wenn-antibiotika-versagen-neues-gen-fuer-antibiotika-resistenz-auch-deutschland-nachgewiesen>

<sup>50</sup> [https://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2016/01/uebertragbare\\_colistin\\_resistenz\\_in\\_keimen\\_von\\_nutztieren\\_in\\_deutschland-196144.html](https://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2016/01/uebertragbare_colistin_resistenz_in_keimen_von_nutztieren_in_deutschland-196144.html)

<sup>51</sup> S. 13 Abb. 2.1.10, [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05\\_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

<sup>52</sup> Wallmann et al., 2019. S. 1084 Tab. 2 [https://www.deutsches-tieraerzteblatt.de/fileadmin/resources/Bilder/DTBL\\_08\\_2019/PDFs/DTBL\\_08\\_2019\\_Abgabemengenerfassung.pdf](https://www.deutsches-tieraerzteblatt.de/fileadmin/resources/Bilder/DTBL_08_2019/PDFs/DTBL_08_2019_Abgabemengenerfassung.pdf)

<sup>53</sup> [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05\\_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

<sup>54</sup> Berechnet nach [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Other/2016/04/WC500205410.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Other/2016/04/WC500205410.pdf)

<sup>55</sup> WHO Advisory Group on Integrated Surveillance of Antimicrobial Resistance (AGISAR): Critically Important Antimicrobials for Human Medicine, 6th Revision 2018, Geneva 2019, [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/312266/9789241515528-eng.pdf?ua=1&fbclid=IwAR1BdsypO5zPR\\_XeAvCAtn6saUMWTIZ8dy4ctWOPIXxDVU9sC9hsJ77fy8](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/312266/9789241515528-eng.pdf?ua=1&fbclid=IwAR1BdsypO5zPR_XeAvCAtn6saUMWTIZ8dy4ctWOPIXxDVU9sC9hsJ77fy8)



Im europäischen Vergleich steht Deutschland keineswegs gut da: 2017 lagen nur Spanien und Italien bei der Gesamtabgabemenge vor Deutschland, und auch der Einsatz je Tier blieb hierzulande hoch. So wurden 2017 je Kilogramm gehaltenes Tier<sup>56</sup> 89 Milligramm (mg) Antibiotika eingesetzt, mit diesem Wert befindet sich Deutschland im oberen Mittelfeld. An der Spitze der Statistik standen Spanien (230 mg) und Italien (274 mg). Viele Länder kommen aber auch mit deutlich weniger Antibiotika aus, z.B. Schweden (11,8 mg), Dänemark (39,4 mg), Niederlande (56,3 mg), Österreich (46,8 mg) und die Schweiz (40,1 mg).<sup>57 58</sup>

## Regulierung des Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung

In den vergangenen Jahren wurden einige Ansätze zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung verfolgt, etwa die Einführung von Dokumentations- beziehungsweise Meldepflichten laut letzter Arzneimittelgesetz-(AMG) Novelle. Bei Abweichungen vom Durchschnittsverbrauch sind gegebenenfalls Reduktionspläne erforderlich.<sup>59 60</sup> In der Neufassung der tierärztlichen Hausapothekenverordnung (TÄHAV) wurden 2018 zusätzliche Anforderungen für Aufzeichnungspflichten und die Anfertigung von Antibiotogrammen, sowie Umwidmungsverbote für bestimmte Antibiotika (Cephalosporine der dritten und vierten Generation und Fluorchinolone) festgelegt.<sup>61</sup>

Am 28. Januar 2022 tritt die neue Tierarzneimittel-Verordnung der EU (2019/6) in Kraft, in der einzelne Wirkstoffe für die Zulassung als Tierarzneimittel ausgeschlossen werden sollen, um sie der Anwendung beim Menschen vorzubehalten. Bislang liegt keine Liste dieser Wirkstoffe vor. Deutschland könnte eine eigene, über die EU-Liste hinausgehende Verbotsliste beschließen.<sup>62</sup>

## 3.2 Resistente Bakterien und Antibiotika in Tierhaltung und Umwelt

### Resistente Keime in Tierhaltung und Umwelt

Multiresistente Keime werden immer wieder in der Gülle (bzw. anderem Wirtschaftsdünger) und in der Abluft von Tierfabriken nachgewiesen. Schweinegülle scheint häufig belastet: ESBL-bildende Bakterien wurden „in etwa der Hälfte der untersuchten Kotproben von Zuchtsauen (53,9 Prozent positive Proben), Läufern (47,6 Prozent positive Proben) und Mastschweinen (46,3 Prozent positive Proben) nachgewiesen.“<sup>63</sup> Auch MRSA kommen bei Schweinen häufig vor: 26,3 Prozent der Proben von Sockentupfern aus dem Wartebereich von Zuchtsauen waren im Jahr 2015 positiv für MRSA. Die Nachweisrate von MRSA in Proben von Sockentupfern aus dem Aufzuchtbereich von Läufern war mit 41,3 Prozent noch höher. Und auch die

---

<sup>56</sup> Berechnet wird die sogenannte „population correction unit“: Zahl der Tiere x geschätztes Gewicht zum Zeitpunkt der Behandlung. Siehe z.B. Radke 2017. Towards an improved estimate of antimicrobial use in animals: Adjusting the „population correction unit“ calculation. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5508379/>

<sup>57</sup> <https://www.ema.europa.eu/en/veterinary-regulatory/overview/antimicrobial-resistance/european-surveillance-veterinary-antimicrobial-consumption-esvac>

<sup>58</sup> [https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2017\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2017_en.pdf)

<https://www.praxis-agrar.de/tier/tierhaltung/richtig-umgehen-mit-tierarzneimitteln/>

<sup>60</sup> [https://www.bmel.de/DE/Tier/Tiergesundheit/Tierarzneimittel/\\_texte/Gesetz-Antibiotikaresistenzen.html;jsessionid=23059021CC41C438FD2D120F00924A2A.1\\_cid385](https://www.bmel.de/DE/Tier/Tiergesundheit/Tierarzneimittel/_texte/Gesetz-Antibiotikaresistenzen.html;jsessionid=23059021CC41C438FD2D120F00924A2A.1_cid385)

<sup>61</sup> Muehlhaupt und Ammer, 2019. Anstrengungen der Tiermedizin zur Reduktion von Antibiotikaresistenzen.

[https://drive.google.com/file/d/1eHzJpm\\_CdeZp23bU4KgrTmshgiNekQpC/view](https://drive.google.com/file/d/1eHzJpm_CdeZp23bU4KgrTmshgiNekQpC/view), S.370

<sup>62</sup> Artikel 107, Absatz 7: Ein Mitgliedstaat kann die Anwendung bestimmter antimikrobieller Wirkstoffe bei Tieren auf seinem Hoheitsgebiet weiter einschränken oder verbieten, wenn die Verabreichung derartiger antimikrobieller Wirkstoffe einer einzelstaatlichen Strategie zur umsichtigen Verwendung von antimikrobiellen Wirkstoffe zuwiderläuft. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0006&from=EN>

<sup>63</sup> BVL 2017;

[https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01\\_Lebensmittel/04\\_Zoonosen\\_Monitoring/Zoonosen\\_Monitoring\\_Bericht\\_2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/01_Lebensmittel/04_Zoonosen_Monitoring/Zoonosen_Monitoring_Bericht_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

Schlachtkörper von Mastschweinen und frisches Schweinefleisch waren zu etwa 20 Prozent bzw. 13 Prozent mit MRSA kontaminiert.<sup>64</sup> Andere Tierarten weisen in entsprechenden Monitorings ebenfalls resistente Bakterien auf.

Colistin-Resistenzen werden erst seit wenigen Jahren beobachtet. Sie finden sich mittlerweile in der gesamten Lebensmittelkette<sup>65</sup> und erfordern auch aufgrund ihrer schnellen Verbreitung besondere Anstrengungen im Sinne des „One-Health“-Konzepts<sup>66</sup>. Der Ausgangspunkt der internationalen Verbreitung der mobilen Colistin-Resistenz über das *mcr-1*-Gen wird in der Schweinehaltung vermutet. In der Umgebung von Schweineställen in Deutschland konnten *E. coli* mit *mcr-1* aus Schweineställen aufgefunden werden.<sup>67</sup> Auch in deutschen Schweineställen konnten sie bereits nachgewiesen werden: Proben aus 2011/12 wiesen in 12 Prozent der Fälle (26 von 216 Proben in 12 von 48 Betrieben) das *mcr-1*-Resistenzgen auf.<sup>68</sup> Der Einsatz von Colistin in der Schweinehaltung wird äußerst kritisch betrachtet. Deshalb wird nach Alternativen sowie vorbeugenden Maßnahmen gesucht.<sup>69</sup> Die aktuellen Analyseresultate von Greenpeace reihen sich in die vorhandenen Ergebnisse ein. Besonders kritisch ist (trotz der verhältnismäßig geringen Stichproben-Anzahl) der hohe Anteil von Proben mit Colistin-resistenten Bakterien: Sie konnten in 11 von 15 Proben nachgewiesen werden, die damit zu 73 Prozent positiv waren. Die verwendete Methodik lässt dabei keinen Rückschluss auf den Resistenzmechanismus zu (*mcr-1* auf Plasmid oder chromosomal verankert).

Auch in der Umwelt, insbesondere in Gewässern, werden immer wieder Antibiotika-resistente Bakterien nachgewiesen – so auch 2018 in Greenpeace-Analysen von Proben aus Oberflächengewässern in ganz Deutschland<sup>70</sup> sowie aus Zuflüssen der Ostsee<sup>71</sup>. Stichproben des NDR sorgten 2018 für Aufsehen<sup>72</sup> und wurden durch offizielle Untersuchungen des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) bestätigt<sup>73</sup>. Auch in Bayerns Gewässern fanden sich resistente Bakterien.<sup>74</sup> Ein einheitliches bundesweites Monitoring gibt es bisher nicht, die Ergebnisse sind daher nur schwer vergleichbar. Grundsätzlich erhöht die Belastung von Gewässern mit Antibiotika-resistenten Keimen aber die Gefahr einer Kolonisation oder Infektion mit den Erregern.<sup>75</sup>

Klar ist, dass die Resistenzen aus der Tierhaltung auch Menschen erreichen können. Laut Robert-Koch-Institut lässt sich nicht exakt beziffern, welchen Anteil der Einsatz von Antibiotika in der Nutztierhaltung an den Infektionen von Menschen mit Resistenzproblematik beziehungsweise an der Verbreitung resistenter Keime hat.<sup>76</sup> Die genauesten Daten gibt es für MRSA. Bei einer Variante von LA-MRSA (die Variante CC398) kann ziemlich sicher von einer

---

<sup>64</sup> BVL, Zoonosenmonitoring 2015; [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01\\_Lebensmittel/01\\_Aufgaben/02\\_AmtlicheLebensmittelueberwachung/06\\_ZoonosenMonitoring/lm\\_zoonosen\\_monitoring\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/01_Lebensmittel/01_Aufgaben/02_AmtlicheLebensmittelueberwachung/06_ZoonosenMonitoring/lm_zoonosen_monitoring_node.html)

<sup>65</sup> Barlaam et al., 2016, Global Emergence of Colistin-Resistant *Escherichia coli* in Food Chains and Associated Food Safety Implications: A Review. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31339371>

<sup>66</sup> Al-Tawiq et al., 2019, How should we respond to the emergence of plasmid-mediated colistin resistance in humans and animals? <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27915108>

<sup>67</sup> Guenther et al., 2017. Environmental emission of multiresistant *Escherichia coli* carrying the colistin resistance gene *mcr-1* from German swine farms. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28122910>

<sup>68</sup> Hille et al., 2018, Investigation of potential risk factors for the occurrence of *Escherichia coli* isolates from German fattening pig farms harbouring the *mcr-1* colistin-resistance gene. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28782705>

<sup>69</sup> [https://www.bundestieraerztekammer.de/btk/dtbl/archiv/2018/artikel/DTBI\\_04\\_2018\\_Colistin-Schwein.pdf](https://www.bundestieraerztekammer.de/btk/dtbl/archiv/2018/artikel/DTBI_04_2018_Colistin-Schwein.pdf)

<sup>70</sup> <https://www.greenpeace.de/presse/publikationen/keime-ausser-kontrolle>

<sup>71</sup> <https://www.greenpeace.de/presse/publikationen/ostsee-report-tote-zonen-vor-der-kueste>

<sup>72</sup> <https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Gefahrliche-Keime-in-Baechen-Fluessen-und-Seen,keime302.html>

<sup>73</sup> [https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen\\_im\\_fokus/multiresistente-bakterien-164411.html](https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen_im_fokus/multiresistente-bakterien-164411.html)

<sup>74</sup> <https://www.br.de/nachrichten/bayern/antibiotikaresistente-keime-auch-in-bayerns-gewaessern,Qj5S1JW>

<sup>75</sup> <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000092290>

<sup>76</sup> [https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Krankenhausinfektionen-und-Antibiotikaresistenz/FAQ\\_Liste.html#FAQ\\_Id6517972](https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Krankenhausinfektionen-und-Antibiotikaresistenz/FAQ_Liste.html#FAQ_Id6517972)

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 rund 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 circa zehn Prozent bei einer Besiedlungsrate von bis zu 30 Prozent.<sup>77</sup> 2013 kam eine Studie bei der Analyse von mehr als 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. Studien zeigten bei 23 bis 86 Prozent von Landwirten und Tierärzten eine Besiedlung der Nasenschleimhäute mit CC398, auch indirekt Betroffene (z.B. Familienangehörige oder Besucher der Betriebe) waren zu ein bis fünf Prozent besiedelt.<sup>78</sup> Auch über kontaminiertes Fleisch können Menschen besiedelt und infiziert werden, am direktesten konnte der Nachweis für MRSA auf Geflügel geführt werden.<sup>79</sup>

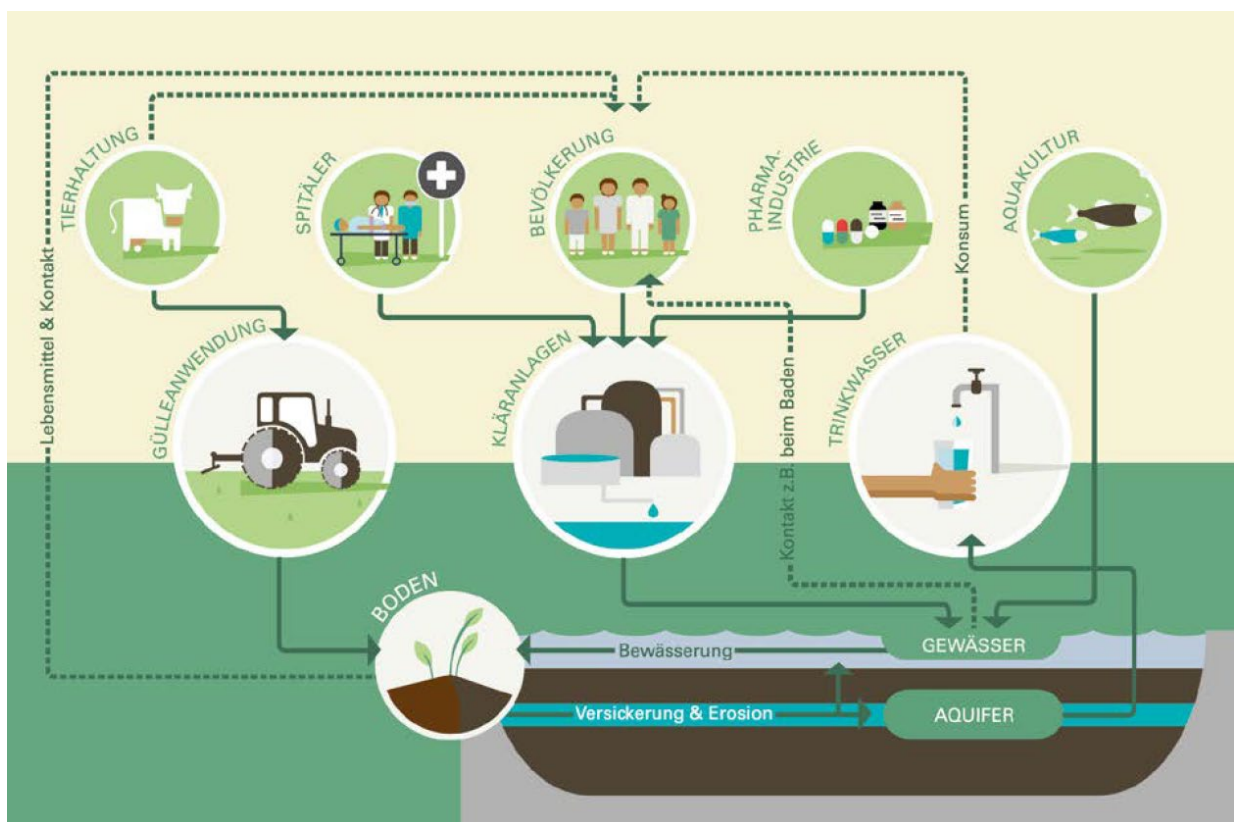


Abb. 3. Wege für Eintrag und Verbreitung von Antibiotikarückständen und resistenten Bakterien in der Umwelt. Resistenzen können weiterverbreitet werden oder sich evolutionär verändern. Resistente Bakterien oder ihre mobilen Resistenzgene gelangen auf verschiedenen Wegen wieder zum Menschen. Abb. aus Bürgmann und Imminger, 2017.<sup>80</sup>

<sup>77</sup> Idelevich et al., 2016, Antibiotika-resistente Erreger in Deutschland - Die Rolle von nicht nosokomialen Ansteckungsquellen. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-015-2261-z>

<sup>78</sup> Köck et al., 2013, Livestock-Associated Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) as Causes of Human Infection and Colonization in Germany. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0055040>

<sup>79</sup> <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/die-uebertragung-von-nutztierassoziierten-mrsa-auf-den-menschen-durch-gefluegelfleisch-ist-moeglich-das-risiko-aber-gering.pdf>

<sup>80</sup> [https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/News/2017/10/18/ag\\_buergmann.pdf](https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/News/2017/10/18/ag_buergmann.pdf)

## Verbreitung über Gülle und andere Wirtschaftsdünger

Ein großer Anteil der verabreichten Antibiotika wird von den Tieren unverändert ausgeschieden und gelangt mit der Gülle direkt in die Umwelt oder in Biogasanlagen. Einige Antibiotika verbleiben im Boden, wo sie ein sehr unterschiedliches Abbauverhalten aufweisen. Manche sind so stabil, dass sie durch den Boden ins Grundwasser gelangen. Dies betrifft etwa Wirkstoffe aus der Gruppe der Sulfonamide wie Sulfadiazin und Sulfadimidin.<sup>81</sup> Beide Substanzen fanden sich auch als Rückstand in den durch Greenpeace untersuchten Schweinegülle-Proben.

Zusätzlich finden sich Resistenzgene in Böden, auf denen Gülle behandelte Tiere ausgebracht wurde. Das Ausbringen belasteter Gülle erhöht das Reservoir resistenter Keime im Boden<sup>82</sup> und gefährdet letztlich die Wirksamkeit von Antibiotika bei der Behandlung bakterieller Infektionen.<sup>83</sup> Durch die Analyse alter Bodenproben (von Feldern, die mit Tiermist gedüngt waren) konnte nachgewiesen werden, dass das Vorkommen von Antibiotikaresistenz-Genen im Boden (für Resistenzen gegen Beta-Lactame) mit dem ersten Einsatz von Antibiotika in der Tierzucht anstieg und mit der Beschränkung des Antibiotikaeinsatzes in Dänemark wieder abnahm.<sup>84</sup> Schweinegülle und Antibiotika (Sulfadiazin) erhöhten im Experiment die Resistenzraten im Boden, vermutet wird dies auch für die Ausbringung von Gülle entsprechend behandelte Tiere.<sup>85</sup> Resistenzen in ausgebrachter Schweinegülle gelten seit langem als Quelle von Resistenzen in der Umwelt.<sup>86</sup>

Die resistenten Keime konkurrieren mit der Bodenflora und sind daher unterschiedlich lange überlebensfähig. Einige verbleiben über Jahre im Boden. Da Resistenzen für die sie tragenden Mikroorganismen zum Teil keine metabolischen Kosten verursachen (also keine Energie verbrauchen), verbleiben sie auch ohne Selektionsdruck lange in der Umwelt; zum Teil erhöhen die Resistenzen sogar die Fitness der resistenten Mikroorganismen. Das großflächig eingesetzte Totalherbizid Glyphosat steht im Verdacht, über seine antibiotische Wirksamkeit zusätzlichen Selektionsdruck auszuüben und ebenso wie Rückstände von Antibiotika das Resistenzniveau von Mikroorganismen zu erhöhen.<sup>87</sup>

Grundsätzlich sind alle in der Umwelt vorliegenden Resistenzen problematisch, auch weil sie auf andere Organismen übertragen werden können.<sup>88</sup> 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.<sup>89</sup> Mit Gülle verunreinigtes (Bade-) Wasser gilt als Risikofaktor für Exposition, Besiedlung beziehungsweise Infektion.<sup>90</sup>

---

<sup>81</sup> [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz\\_3711\\_23\\_225\\_grundwasserbelastung\\_tierarzneimittel\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3711_23_225_grundwasserbelastung_tierarzneimittel_bf.pdf)

<sup>82</sup> Heuer et al., 2011, Antibiotic resistance gene spread due to manure application on agricultural fields. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21546307>

<sup>83</sup> Jechalke et al., 2014, Fate and effects of veterinary antibiotics in soil. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24950802>

<sup>84</sup> Graham et al., 2016, Appearance of  $\beta$ -lactam Resistance Genes in Agricultural Soils and Clinical Isolates over the 20th Century. <https://www.nature.com/articles/srep21550>

<sup>85</sup> Heuer and Smalla, 2006, Manure and sulfadiazine synergistically increased bacterial antibiotic resistance in soil over at least two months. <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1462-2920.2006.01185.x>

<sup>86</sup> Binh et al., 2008, Piggery manure used for soil fertilization is a reservoir for transferable antibiotic resistance plasmids. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18557938>

<sup>87</sup> <https://www.mdr.de/wissen/unkrautvernichter-multiresistente-keime-100.html>; Liao et al., 2021, Herbicide Selection Promotes Antibiotic Resistance in Soil Microbiomes, *Molecular Biology and Evolution*, 2021; msab029, <https://doi.org/10.1093/molbev/msab029>

<sup>88</sup> Witte, W., 2000, Selective pressure by antibiotic use in livestock. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11137404>

<sup>89</sup> Sengeløv et al., 2003, Bacterial antibiotic resistance levels in Danish farmland as a result of treatment with pig manure slurry. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12504155>

<sup>90</sup> Siehe u.a. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-38283-7>

Im Rahmen des deutschen Forschungsprojektes MedVet Staph zur Untersuchung von Krankheitserregern beim Tier, die auf Menschen übergehen können, wurde der Übergang resistenter MRSA-Keime vom Mastschwein als ein denkbare Modell für mögliche Übertragungswege dargestellt.<sup>91</sup> Demnach tragen Schweine die Antibiotikaresistenzen oft in sich, der schweinehaltende Landwirt und auch Tierärzte nehmen im Stall die resistenten Keime auf, die meist die Nasenschleimhäute besiedeln. Von dort können die Resistenzen zu anderen Menschen gelangen. Und Menschen, die an ernsthaften Krankheiten leiden, können die Resistenzen mit in Krankenhäuser bringen. Mit den Schlachtschweinen gelangen die resistenten Erreger auch auf Tiertransporter und in Schlachthöfe, wo nicht belastete Schweine MRSA aufnehmen und an Menschen weitergeben können.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) fasst die Problematik der Ausbreitung von Antibiotika und Antibiotikaresistenzen aus der Tierhaltung wie folgt zusammen: „Aus Tierhaltungen werden Antibiotikarückstände in die Umwelt eingetragen und fördern so die Entstehung und Ausbreitung von Resistenzen. Es gibt derzeit kein Verfahren, mit dem Rückstände der verschiedenen Antibiotika aus Gülle oder Abwasser im selben Maße eliminiert werden können. ... Mit den Exkrementen können auch resistente Bakterien oder Resistenzgene, die sich unter dem Selektionsdruck einer antibakteriellen Therapie im Menschen oder im Tier entwickelt oder verbreitet haben, in die Umwelt eingetragen werden. Das natürliche Reservoir an Resistenzgenen, welches die Umwelt bietet, kann also durch den human- und tiermedizinischen Einsatz von Antibiotika vergrößert werden. Von dort ausgehend können sich Resistenzen wiederum zum Menschen und zum Tier ausbreiten, insbesondere dann, wenn ein Selektionsdruck dies begünstigt.“<sup>92</sup>

Laut BVL ist „ausgehend von der Tiermedizin ... der größte Anteil von Antibiotikarückständen in der Umwelt auf die intensive Nutztierhaltung zurückzuführen.“ Auch aus Kläranlagen können Rückstände von Antibiotika in die Umwelt gelangen. Das Abbauverhalten in Böden oder Gewässern ist höchst unterschiedlich, schon niedrige Konzentrationen üben einen Selektionsdruck auf Bakterien aus und tragen so zur Verbreitung von Resistenzen bei.

Grenzwerte für Tierarzneimittel im Grund-, Oberflächen oder Trinkwasser gibt es nicht. Das Umweltbundesamt fordert, Rückstandshöchstmengen festzulegen, wie sie bei Pestiziden bereits bestehen.<sup>93</sup>

Es wird davon ausgegangen, dass die Ursache für die kontinuierlich im Grundwasser nachgewiesenen Funde von Sulfonamiden der landwirtschaftlich bedingte Eintrag durch organischen Wirtschaftsdünger ist.<sup>94</sup> Etwa 75 Prozent unseres täglichen Trinkwassers wird aus dem Grundwasser gewonnen. Damit ist Grundwasser die wichtigste Ressource für das Lebensmittel Nummer eins und muss vor Einträgen von Antibiotikarückständen und Antibiotikaresistenzen besonders wirksam geschützt werden.

---

<sup>91</sup> <https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/MedVet-Staph-Zoonose-Erreger-Staphylococcus-aureus-MRSA.php>

<sup>92</sup> [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05\\_Tierarzneimittel/03\\_Tieraerzte/05\\_Antibiotikaresistenzen/04\\_Umwelt/Umwelt\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05_Tierarzneimittel/03_Tieraerzte/05_Antibiotikaresistenzen/04_Umwelt/Umwelt_node.html)

<sup>93</sup> Präsentation Frederike Balzer (UBA: Fachgebiet II 2.8/ Landwirtschaft, 2014): Antibiotika aus der Tierhaltung – Eine Gefahr für das Grundwasser?, <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/antibiotika-aus-der-tierhaltung-eine-gefahr-fuer-das-grundwasser.pdf>

<sup>94</sup> UBA 2016: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_54\\_2016\\_aufklaerung\\_der\\_ursachen\\_von\\_tierarzneimittelfunden\\_im\\_grundwasser.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_54_2016_aufklaerung_der_ursachen_von_tierarzneimittelfunden_im_grundwasser.pdf)

### 3.3 Ursachen für den (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 über das Trinkwasser ganzen Beständen Antibiotika verabreicht, auch wenn etwa nur eines von 20 Tieren erkrankt ist. Diese sogenannte Metaphylaxe ist in Schweineställen gängige Praxis und führt zu Antibiotikaeinsätzen, die über das tiermedizinisch notwendige Maß hinausgehen.

Ein weiteres Problem ist das sogenannte „Dispensierrecht“, das Tierärzten erlaubt, Arzneimittel selbst herzustellen, zu lagern und zu verkaufen. Mengenrabatte der Pharmafirmen tragen zusätzlich dazu bei, dass bei den Ärzten kein wirtschaftliches Interesse besteht, die Verabreichung zu reduzieren.

Der massive Antibiotikaeinsatz 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. Hygienemaßnahmen reichen allein nicht aus, um die Erkrankungsrisiken signifikant zu vermindern. 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 die European Medicines Agency (EMA) und die European Food Safety Authority (EFSA) sehen hier Handlungsbedarf: Neben Plänen zur Reduktion der Metaphylaxe, verbesserter Fortbildung und verantwortlichem Handeln der Tierärzte liege 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 sei ein entscheidendes Element im Kampf gegen den hohen Antibiotikaeinsatz und resistente Keime.<sup>95</sup>

### 3.4 Weniger Antibiotika und Resistenzen durch bessere Tierhaltung

Der Vergleich verschiedener Haltungssysteme hinsichtlich des Antibiotikaeinsatzes und des Vorkommens resistenter Keime zeigt trotz einer dünnen Datenlage eine deutliche Tendenz: So haben Wissenschaftler auf Ökobetrieben keine oder nur sehr selten multiresistente Bakterien finden können.<sup>96</sup> *E. coli* aus ökologischen Hähnchenbeständen waren zu 71 Prozent gegen alle der in einem Test eingesetzten Substanzen empfindlich, während weniger als 20 Prozent aus der gesamten Lebensmittelkette sensibel gegen alle Substanzen reagierten. Ähnliche Resultate sind von ökologischen Milchviehbetrieben bekannt, für Putenbestände kennt man den Unterschied für *Campylobacter*-Isolate.<sup>97</sup> Eine Metaanalyse zu den Risikofaktoren für Antibiotikaresistenzen in Schweinehaltungen zeigt, dass in Ökobetrieben in 13 Prozent aller Herden resistente Keime gefunden wurden.<sup>98</sup> Dies wird vor allem auf den Zukauf von Ferkeln aus konventionellen Betrieben zurückgeführt. Dies ist in Ausnahmefällen erlaubt, wenn zeitweise

---

<sup>95</sup> <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2017.4666>

<sup>96</sup> [https://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_methicillin\\_resistenten\\_staphylococcus\\_aureus\\_\\_mrsa\\_-11172.html](https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus__mrsa_-11172.html)

<sup>97</sup> Zoonosen-Monitoring 2016. [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/03\\_Zoonosen\\_Monitoring/2016\\_zoonosen\\_monitoring\\_bericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/03_Zoonosen_Monitoring/2016_zoonosen_monitoring_bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=5)

<sup>98</sup> Fromm et al., 2013 (Metastudie); <http://www.bfr.bund.de/cm/343/risikofaktoren-fuer-mrsa-in-der-tierproduktion-eine-metaanalyse.pdf>

zu wenige Ökoferkel verfügbar sind und wenn die Tiere dann den Großteil ihres Lebens auf dem Ökohof verbringen.

Demgegenüber 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.<sup>99</sup>

Eine 2020 erschienene Publikation der Tierärztlichen Hochschule Hannover<sup>100</sup> kommt zu dem Schluss, dass eine Verminderung des Antibiotikaeinsatzes in der Tierzucht tatsächlich dazu beitragen kann, Resistenzen zu vermeiden.<sup>101</sup> Für mehrere Antibiotika fanden sie einen Rückgang der Resistenzen seit 2011. 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.<sup>102</sup> Auf Ökobetrieben haben Wissenschaftler keine oder nur sehr selten multiresistente Bakterien finden können.<sup>103</sup> Ökologische Schweinebestände in Deutschland waren in Untersuchungen deutlich weniger MRSA-positiv als konventionelle.<sup>104</sup> Biologisch gehaltene Schweine wiesen in den Niederlanden deutlich weniger MRSA auf (17 Prozent) als solche von konventionellen Betrieben (71 Prozent).<sup>105</sup> Auch verzeichnen größere Betriebe höhere Resistenzraten als kleinere.<sup>106</sup> Ökologisch erzeugte Milch enthält weniger resistente Keime als konventionelle.<sup>107</sup> 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

Antibiotikaresistenzen sind eine ernsthafte Bedrohung für die Humanmedizin, die Verbreitung von Resistenzen und Antibiotika in der Umwelt trägt entscheidend zu dem Problem bei. Die Ausbringung belasteter Gülle erhöht das Reservoir an resistenten Keimen und Resistenzgenen in der Umwelt über das natürliche Maß hinaus. Die Verteilung von Keimen und Antibiotika über Gülle in die Umwelt muss daher dringend reduziert werden. Gleiches gilt für Abwässer aus Schlachtbetrieben. Die effektivste Maßnahme gegen die Gefahr von Antibiotika-Resistenzen aus Tierställen, auch im Sinne des „One-Health“-Konzepts, ist die konsequente, maximal mögliche Reduktion des Antibiotikaeinsatzes auf das absolut notwendige Minimum. Alternative Konzepte der Tierhaltung zeigen, wie dies gelingen kann.

---

<sup>99</sup> Ebd.

<sup>100</sup> Mönninghoff et al., 2020. Phenotypic antimicrobial resistance in *Escherichia coli* strains isolated from swine husbandries in North Western Germany – temporal patterns in samples from laboratory practice from 2006 to 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6998819/>

<sup>101</sup> „A multifactorial logistic regression model revealed time-dependent decreases in frequency of resistant isolates for neomycin, spectinomycin and tetracycline. For colistin, the highest percentage of resistant isolates with 16.0% was found in 2015 followed by a decrease to the level of 2009–2010 in 2017. (...) These data from diseased animals indicate an impact of a general reduction in antibiotic usage on development of bacterial antimicrobial resistance in the field“.

<sup>102</sup> Cuny et al., 2012. Absence of LA-MRSA CC398 as nasal colonizer of pigs raised in an alternative system. *Appl Environ Microbiol.* 78(4): 1296-7

<sup>103</sup> [http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_methicillin\\_resistenten\\_staphylococcus\\_aureus\\_mrsa\\_-11172.html](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus_mrsa_-11172.html)

<sup>104</sup> [https://orgprints.org/20112/1/20112-08OE182-09OE013-tiho-uni\\_kassel-blaha-sundrum-2011-mrsa\\_in\\_schweinebestaenden.pdf](https://orgprints.org/20112/1/20112-08OE182-09OE013-tiho-uni_kassel-blaha-sundrum-2011-mrsa_in_schweinebestaenden.pdf)

<sup>105</sup> Van de Vijver et al., 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

<sup>106</sup> [https://edoc.ub.uni-muenchen.de/6100/1/Hoelzel\\_Christina.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/6100/1/Hoelzel_Christina.pdf)

<sup>107</sup> <https://www.energieleben.at/zoonosen-monitoring/>

Probe		Ort + Betrieb										Ergebnis Analytik (Bakterien und Resistenzen)									
ID	Datum Probenahme	Art der Probe	Details Probe	Ort	Betrieb (Schlachthof)	geschichtete Tierart	Art 1	Resistenz 1	Art 2	Resistenz(en) 2	Art 3	Resistenz(en) 3	Art 4	Resistenz(en) ART5	Resistenz 5	Zusammenfassung Analytik	Total Standort				
A_1	17.11.2020	Abwasser	aus Rohr über Kanal entnommen, geruchlos, 2 Proben	Garrel (Niedersachsen)	Böseler Goldschmied GmbH	Schweine	<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)	<i>Klebsiella ornithinolytica</i>	Colistin (2mal)	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	3MRGN		4		5 resistente Stämme / 5 Resistenzen / 2 Proben	8 / 8 / 4				
A_2	30.11.2020		(2 Proben)				<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)	<i>Kornthiomyces</i>	ESBL						3 / 3 / 2					
B_1	16.11.2020	Abwasser	Einfleiter in Fluss (Lippe), braungrün getrübt, geruchlos, (2 Proben)	Hamm (Nordrhein-Westfalen)	Westfleisch SCE mbH	Schweine	<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)								2 / 2 / 2	4 / 4 / 4				
B_2	30.11.2020		(2 Proben)				<i>E.coli</i>	ESBL	<i>E.coli</i>	3MRGN						2 / 2 / 2					
B_1_K	16.11.2020	Kontrolle	aus Luppe flussaufwärts, klares Wasser (1 Probe)	Hamm	(Nahe Einfleiter Westfleisch)		<i>E.coli</i>	3MRGN								1 / 1 / 1	2 / 2 / 2				
B_2_K	30.11.2020		(1 Probe)				<i>E.coli</i>	3MRGN								1 / 1 / 1					
C_1	16.11.2020	Abwasser	aus Rohr leicht schwefeliger Geruch, (2 Proben)	Schöppingen (Niedersachsen)	Heinz Tummel GmbH	Schweine	<i>E.coli</i>	ESBL	<i>E.coli</i>	3MRGN						2 / 2 / 2	4 / 4 / 4				
C_2	30.11.2020		(2 Proben)				<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)								2 / 2 / 2					
D_1	17.11.2020	Abwasser	Rohr in Tunnel, klares und geruchloses Abwasser (2 Proben)	Großakretzen (Niedersachsen)	Heidemark Geflügel GmbH	Geflügel	<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)	<i>E.coli</i>	3MRGN (2mal)	<i>E.coli</i>	3MRGN, Colistin (2mal)				6 / 8 / 2	9 / 11 / 4				
D_2	30.11.2020		(2 Proben)				<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)	<i>K.pneumoniae</i>	ESBL						3 / 3 / 2					
E_1	16.11.2020	Abwasser	Einfleiter in Vorfluter, aus Rohr (60 cm über Vorfluter) entnommen, klare und leicht schäumende Probe, <b>bedeute Einleitung über kommunale Kläranlage</b> , (2 Proben)	Sögel (Niedersachsen)	Weidemark Fleischwaren GmbH (Tönnies Unternehmensgruppe)	Schweine	<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)	<i>E.coli</i>	3MRGN	<i>Enterobacteriaceae</i>					4 / 4 / 2	11 / 11 / 7				
E_2	01.12.2020		(2 Proben)				<i>E.coli</i>	ESBL	<i>E.coli</i>	3MRGN	<i>Citrobacter brachii</i>	Colistin				3 / 3 / 2					
E_3	01.12.2020	Abwasser	Abwasser Schlachthof (aus Druckrohrleitung vor Vermischung mit dem kommunalem Abwasser), (1 Probe)				keine resistenten Bakterien									0 / 0 / 1					
E_4	01.12.2020	Abwasser	kommunales Abwasser vor Vermischung mit Abwasser aus dem Schlachthof, schäumend, (2 Proben)		kommunales Abwasser		<i>E.coli</i>	ESBL (2mal)	<i>K.pneumoniae</i>	3MRGN	<i>K.pneumoniae</i>	ESBL				4 / 4 / 2					
F_1	17.11.2020	Abwasser	Einfleiter in Bach, stark strömend, aus Rohr etwa 15cm über Bach, (2 Proben)	Wildehausen (Niedersachsen)	Geschiede Putzspezialitäten GmbH & Co KG (PRW-Gruppe, Wissembach)	Puten	<i>E.coli</i>	3MRGN (2mal)	<i>E.coli</i>	3MRGN, Colistin	<i>K.pneumoniae</i>	3MRGN				6 / 7 / 2	10 / 13 / 4				
F_2	30.11.2020		(2 Proben)				<i>E.coli</i>	ESBL	<i>E.coli</i>	3MRGN	<i>E.coli</i>	ESBL, Colistin				4 / 6 / 2					
G_1	17.11.2020	Abwasser	Einfleiter in Vorfluter, farblose Probe aus Rohr auf Höhe des Vorfluters entnommen, (2 Proben)	Hainitz (Thüringen)	Aktenhof Frischgeflügel Produktions u Handels GmbH (Betreiber: Sprehe Untereimergruppe)	Geflügel	<i>E.coli</i>	ESBL	<i>E.coli</i>	3MRGN	<i>E.coli</i>	ESBL, Colistin (2mal)				5 / 6 / 2	5 / 6 / 2				
G_K	17.11.2020	Bachwasser	Kontrolle aus Bach, etwa 20m flussaufwärts von Probenahme G_1, (2 Proben)				keine resistenten Bakterien									0 / 0 / 2	0 / 0 / 2				

Anhang/ Tabelle 2. Übersicht über die durchgeführten Probenahmen und Analysen/ Ergebnisse



Total positive Proben / Proben gesamt	30 / 33
Total positive Abwasserproben	28 / 29
Total positive Kontrollen (Flusswasser)	2 / 4
Total (resistente Stämme / Resistenzen / Proben)	53 / 59 / 33
Total Abwasser Schlachthöfe Direkteinleiter (in Vorfluter bzw. Fluss), 6 Standorte (ohne Sögel)	40 / 46 / 22
Total Kontrollen Fluss-/ Bachwasser	2 / 2 / 4
Total Kläranlage Sögel	11 / 11 / 7

Anhang/ Tabelle 3. Zusammenfassung der Analyse-Ergebnisse

gefundene resistente Stämme	Resistenz	Anzahl in Abwasser	Anzahl	Bakterienarten	Anzahl Funde
<i>E.coli</i>	ESBL	16	21	<i>E.coli</i>	38
<i>E.coli</i>	3MRGN	6	10	<i>K.pneumoniae</i>	9
<i>E.coli</i>	Colistin	1	1	<i>K.ornithinolytica</i>	3
<i>E.coli</i>	ESBL und Colistin	3	3	<i>E.cloacae</i>	2
<i>E.coli</i>	3MRGN und Colistin	4	4	<i>C.brakii</i>	1
<i>K.pneumoniae</i>	ESBL	3	4		
<i>K.pneumoniae</i>	3MRGN	4	5		
<i>K.ornithinolytica</i>	ESBL	1	1		
<i>K.ornitholytica</i>	Colistin	2	2		
<i>Enterobacter cloacae</i>	3MRGN	1	2		
<i>Clostridium brakii</i>	Colistin	0	1		

Anhang/ Tabelle 4. Übersicht über die nachgewiesenen Bakterienarten bzw. Resistenztypen