



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
**Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und
Veterinärwesen BLV**
Tiergesundheit

ARCH-Vet

**Bericht über den Vertrieb von Antibiotika und die Antibiotikaresistenzen in der
Veterinärmedizin in der Schweiz**

GESAMTBERICHT

2021

Publiziert 07.2022

Herausgeber

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
**Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und
Veterinärwesen BLV**
Schwarzenburgstrasse 155
3003 Bern

Autoren

Fachbereich Tierarzneimittel und Antibiotika
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Tierarzneimittel und Antibiotika
info@blv.admin.ch

Cedric Müntener
Institut für Veterinärpharmakologie und Toxikologie
Universität Zürich
cedric.muentener@vetpharm.uzh.ch

Gudrun Overesch
Zentrum für Zoonosen, bakterielle Tierkrankheiten und Antibiotikaresistenz (ZOBA)
Universität Bern
Institut für Veterinärbakteriologie
gudrun.overesch@vetsuisse.unibe.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin	5
1.1	Vertriebene Gesamtmenge Antibiotika.....	5
1.1.1	Kritische Antibiotikaklassen	6
1.1.2	Vertriebsmenge nach Applikationsart.....	6
1.2	Präparate für Nutztiere	7
1.2.1	Kritische Antibiotikaklassen	8
1.2.2	Intramammär applizierte Antibiotika	9
1.3	Präparate für Heimtiere	9
1.4	Diskussion	10
2	Bericht über das Antibiotikaresistenzmonitoring 2021	12
2.1	Untersuchungsprogramm 2021	12
2.2	Indikator- <i>E. coli</i>	13
2.2.1	Resistenz von Indikator- <i>E. coli</i> in Schweizer Schlachtschweinen.....	13
2.2.2	Resistenz von Indikator- <i>E. coli</i> in Schweizer Schlachtkälbern	14
2.3	Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i> (ESBL/AmpC produzierende <i>E. coli</i>)	15
2.3.1	Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten <i>E. coli</i> (ESBL/AmpC produzierende <i>E. coli</i>) in Schweizer Schlachtschweinen	15
2.3.2	Prävalenz von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten <i>E. coli</i> (ESBL/AmpC produzierende <i>E. coli</i>) in Schweizer Schlachtkälbern	16
2.3.3	Prävalenz von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten <i>E. coli</i> (ESBL/AmpC produzierende <i>E. coli</i>) in Schweinefleisch	17
2.3.4	Prävalenz von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten <i>E. coli</i> (ESBL/AmpC produzierende <i>E. coli</i>) in Rindfleisch	17
2.4	Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp.....	18
2.4.1	Prävalenz von Carbapenem-resistenten <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. in Schweizer Schlachtschweinen.....	18
2.4.2	Prävalenz von Carbapenem-resistenten- <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. in Schweizer Schlachtkälbern	18
2.4.3	Prävalenz von Carbapenem-resistenten <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. in Schweinefleisch	18
2.4.4	Prävalenz von Carbapenem-resistenten <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. in Rindfleisch	19
2.5	Resistenz von <i>Campylobacter coli</i> in Schlachtschweinen	19
2.6	Resistenz von <i>Campylobacter jejuni</i> in Schlachtkälbern.....	21
2.7	Methicillin-resistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA).....	21
2.7.1	Prävalenz und Resistenz von Methicillin-resistenten <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) in Schlachtschweinen.....	21
2.7.2	Prävalenz und Resistenz von Methicillin-resistenten <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) in Schlachtkälbern	22
2.8	Diskussion	23
3	Bericht über das Antibiotikaresistenzmonitoring Tierpathogene 2021	24
3.1	Monitoringprogramm 2021	24
3.2	Antibiotikaresistenz bei bovinen Mastitis-Erregern.....	25
3.2.1	<i>Staphylococcus aureus</i>	25
3.2.2	<i>Streptococcus uberis</i>	26
3.2.3	<i>Escherichia coli</i>	26
3.3	Antibiotikaresistenz bei pathogenen Erregern vom Hund	27
3.3.1	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>	27
3.3.2	<i>Escherichia coli</i>	28
3.4	Antibiotikaresistenz bei pathogenen <i>Escherichia coli</i> der Katze	29
3.5	Antibiotikaresistenz bei pathogenen <i>Escherichia coli</i> des Geflügels	30
3.6	Diskussion	31

4	Anhang Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin	33
5	Anhang Antibiotikaresistenzmonitoring Tierpathogene	35

1 Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin

1.1 Vertriebene Gesamtmenge Antibiotika

Die verkaufte Gesamtmenge Antibiotika in zugelassenen Tierarzneimitteln nahm auch im Jahr 2021 ab (Abb. 1.1). Nachdem 2017 und 2018 nur ein sehr geringer Rückgang im Vergleich zu den Vorjahren zu verzeichnen war, war der Rückgang von 2020 auf 2021 mit 1.6 % gegenüber dem Vorjahr etwas grösser, aber deutlich geringer als von 2019 auf 2020. Insgesamt wurden 28'403 kg Antibiotika in zugelassenen Tierarzneimitteln verkauft. In den letzten 10 Jahren beträgt der gesamte Rückgang 48 % (26'589 kg). Diese Abnahme basiert hauptsächlich auf einem Rückgang der Verkäufe von Arzneimittelvormischungen und anderen oral verabreichten Präparaten.

Aufgeteilt nach Wirkstoffklassen, betrifft die grösste verkaufte Menge wie im Vorjahr Penicilline., gefolgt von Sulfonamiden und Tetracyclinen. Diese drei Wirkstoffklassen sind häufig in Arzneimittelvormischungen enthalten. Deren Anteil beträgt 41 % (11'566 kg) der vertriebenen Gesamtwirkstoffmenge.

Fast die gesamte Wirkstoffmenge ist in Präparaten enthalten, die auch für Nutztiere zugelassen sind. Der Anteil verkaufter Wirkstoffe in Präparaten, die nur für Heimtiere zugelassen sind, beträgt 3.1 % (867 kg) der Gesamtmenge.

Aus Vertraulichkeitsgründen wird eine Wirkstoffklasse in der Statistik nur dann separat ausgewiesen, wenn Präparate von mindestens drei verschiedenen Zulassungsinhaberinnen auf dem Markt sind. Ansonsten müssen diese Wirkstoffklassen in der Rubrik „Andere“ zusammengefasst werden.

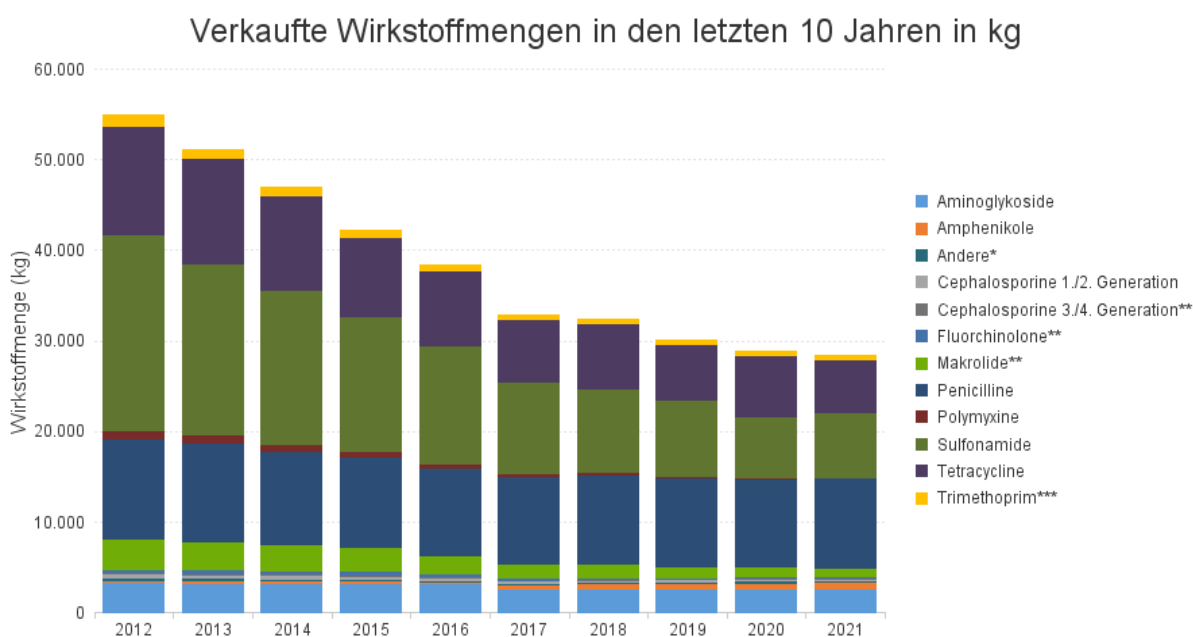


Abb. 1.1: Anteil verkaufter Wirkstoffklassen 2012 bis 2021 bei Heim- und Nutztieren

* Lincosamide, Imidazole, Nitrofurane, Pleuromutiline, Polypeptide ausser Polymyxine (bis 2013), Steroidantibiotika, Chinolone (bis 2014)

** Cephalosporinen der 3./4. Generation, Fluorchinolonen und Makroliden umfassen die kritischen Antibiotika

*** Trimethoprim wird nur in Kombination mit Sulfonamiden verabreicht, es gibt kein Monopräparat. Die Wirkung der beiden Stoffe ist stark synergistisch

Eine tabellarische Übersicht der verkauften Wirkstoffmengen der letzten 10 Jahre finden Sie im Anhang (Tab. 4a).

1.1.1 Kritische Antibiotikaklassen

Kritische Antibiotikaklassen sind Wirkstoffe mit höchster Priorität für die Humanmedizin (sog. highest priority critically important antimicrobials, HPCIIAs; [1]), welche generell sehr restriktiv, und nur in begründeten Ausnahmefällen ohne Vorliegen eines Antibiogramms, welches die Notwendigkeit des Einsatzes dieser Antibiotikaklassen ausweist, eingesetzt werden sollen. Seit der Revision der Tierarzneimittelverordnung (TAMV SR 812.212.27) per 1. April 2016 dürfen die kritischen Antibiotikaklassen Cephalosporine der 3. und 4. Generation, Makrolide und Fluorchinolone nicht mehr auf Vorrat abgegeben werden. Der Rückgang der Wirkstoffmenge bei kritischen Antibiotika ist sehr gross und erfolgte vor allem in den letzten Jahren. Bezogen auf die Gesamtmenge von 3'853 kg im Jahr 2012 beträgt der Rückgang 68 % (2'634 kg); Makrolide minus 71%, Cephalosporine 3./4. Generation minus 67%, Fluorchinolone minus 48%. Seit 2015 nahm der Verbrauch kritischer Antibiotika um mehr als die Hälfte ab. Von 2020 auf 2021 beträgt der Rückgang 7 %. (Abb.1.2).

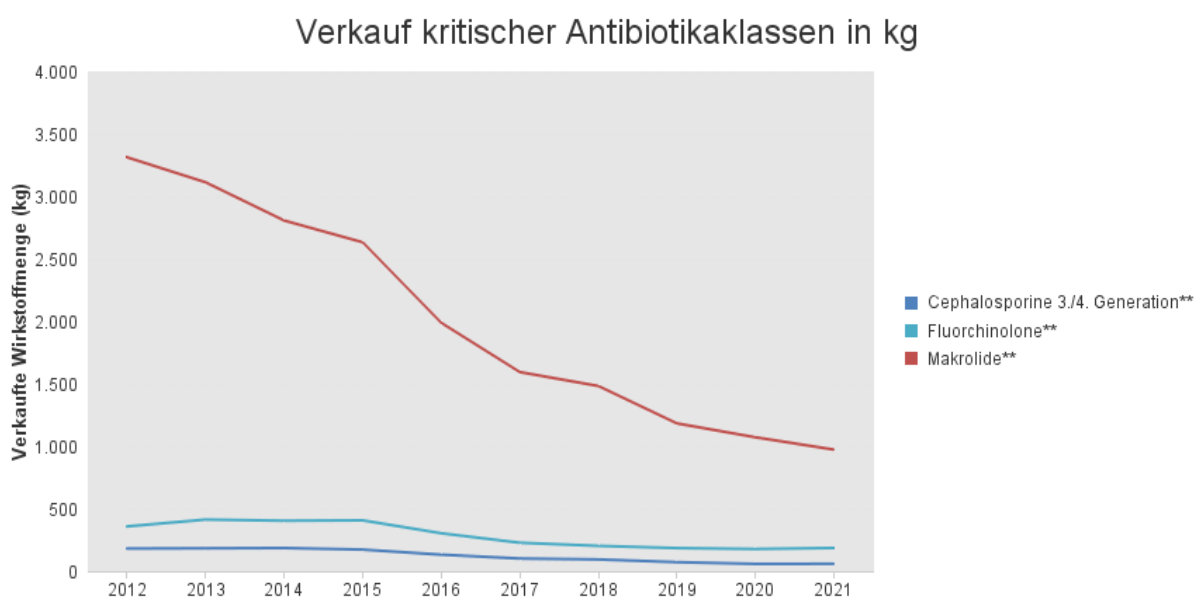


Abb. 1.2: Vertriebsmengen kritischer Wirkstoffklassen in den Jahren 2012 bis 2021

Eine tabellarische Übersicht der verkauften Wirkstoffmengen der letzten 10 Jahre finden Sie im Anhang (Tab. 4a).

1.1.2 Vertriebsmenge nach Applikationsart

Der Hauptanteil (57 %) der Wirkstoffmenge wird nach wie vor in oral applizierten Präparaten angewandt. Die parenteralen Applikationen machen einen Anteil von 31 % der vertriebenen Gesamtmenge aus. Weitere 10 % sind für die Verwendung in der Milchdrüse (intramammär), 2 % für die Verwendung in der Gebärmutter (intrauterin) und 1 % für die oberflächliche (topische) Anwendung verkauft worden; diese Verteilung ist seit Jahren relativ stabil. 72 % der Wirkstoffmenge in Präparaten für die orale Verabreichung wurde in Form von Arzneimittelvormischungen verkauft. Diese werden über das Futter oder die Tränke verabreicht.

Entgegen dem allgemeinen Trend nimmt die vertriebene Wirkstoffmenge bei parenteral verabreichten Präparaten seit 2017 zu. Zusammen mit der deutlichen Abnahme bei den vertriebenen oralen Präparaten deutet dies auf eine gezieltere Behandlung erkrankter Einzeltiere anstelle ganzer Tiergruppen hin.

Tab. 1.1: Vertriebsmenge von Antibiotika aufgeteilt nach Applikationsart in den Jahren 2012 bis 2021

Vertriebsmengen (kg)	Jahr									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Oral	42'005	38'756	34'697	30'015	26'113	21'411	20'288	18'063	16'590	16'048
Arzneimittelvormischung	36'181	33'021	29'079	24'336	20'621	17'223	15'750	13'050	12'916	11'566
Andere*	5'824	5'735	5'618	5'679	5'492	4'188	4'538	5'013	3'674	4'482
Intramammär	3'655	3'482	3'375	3'193	2'672	2'753	2'795	2'885	2'848	2'784
Trockensteller	1'315	1'336	1'343	1'064	918	824	912	826	850	797
Laktation	2'340	2'146	2'033	2'129	1'754	1'930	1'884	2'059	1'997	1'988
Parenteral	8'200	7'876	7'724	7'934	8'580	7'752	8'373	8'225	8'497	8'675
Intrauterin	815	767	864	719	726	612	654	628	643	595
Topisch / Extern	318	296	290	286	287	298	287	307	293	300
Spray	299	278	272	270	271	284	272	293	269	294
Andere**	18	18	19	16	16	15	15	13	23	6
Total	54'992	51'176	46'950	42'147	38'377	32'826	32'397	30'108	28'871	28'403

* Tabletten, Kapseln, Pulver, Suspensionen, Granulate

** Salben, Tropfen, Gels

1.2 Präparate für Nutztiere

Zu den für Nutztiere zugelassenen Präparaten werden seit 2012 die Vertriebsmengen der Präparate hinzugerechnet, die sowohl für Nutz- wie auch für Heimtiere zugelassen sind. Dies in Anlehnung an das ESVAC Projekt der Europäischen Zulassungsbehörde EMA [2].

Die verkauften Wirkstoffmengen sind in den letzten Jahren konstant rückläufig (seit 2012 -51 %, Abb. 1.3). Aufgeteilt auf Wirkstoffklassen waren Penicilline die Klasse mit der grössten verkauften Wirkstoffmenge, gefolgt von Sulfonamiden und Tetracyclinen.

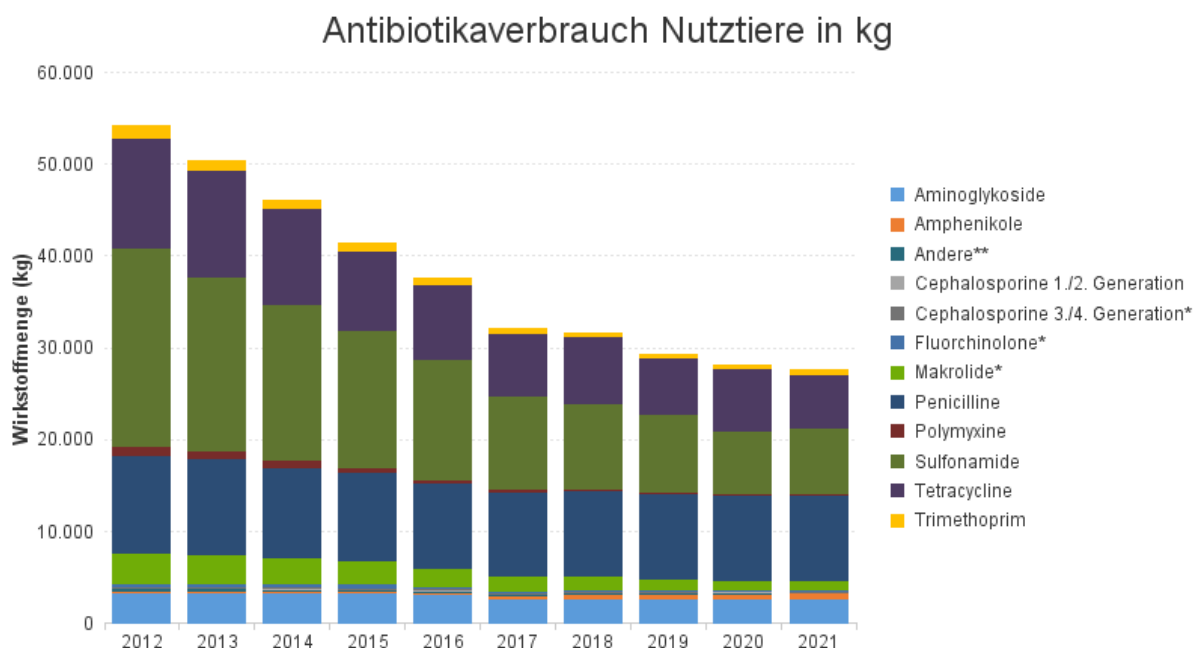


Abb. 1.3: Anteil verkaufter Mengen in kg pro Wirkstoffklasse in kg bei Nutztieren 2012 bis 2021

* Cephalosporinen der 3./4. Generation, Fluorchinolonen und Makroliden umfassen die kritischen Antibiotika

** Lincosamide, Pleuromutiline, Chinolone (bis 2014)

Abbildung 1.4 zeigt, dass die Reduktion der Antibiotikavertriebsmengen auch besteht, wenn diese auf die Biomasse der Nutztierpopulation (1 population correction unit (PCU) = 1 kg Nutztier¹) normiert wird. Das bedeutet, dass die Reduktion der Wirkstoffmenge nicht nur auf den Rückgang der Nutztierbestände zurückzuführen ist, sondern dass auch pro Kilogramm Nutztier weniger Antibiotika eingesetzt wurde.

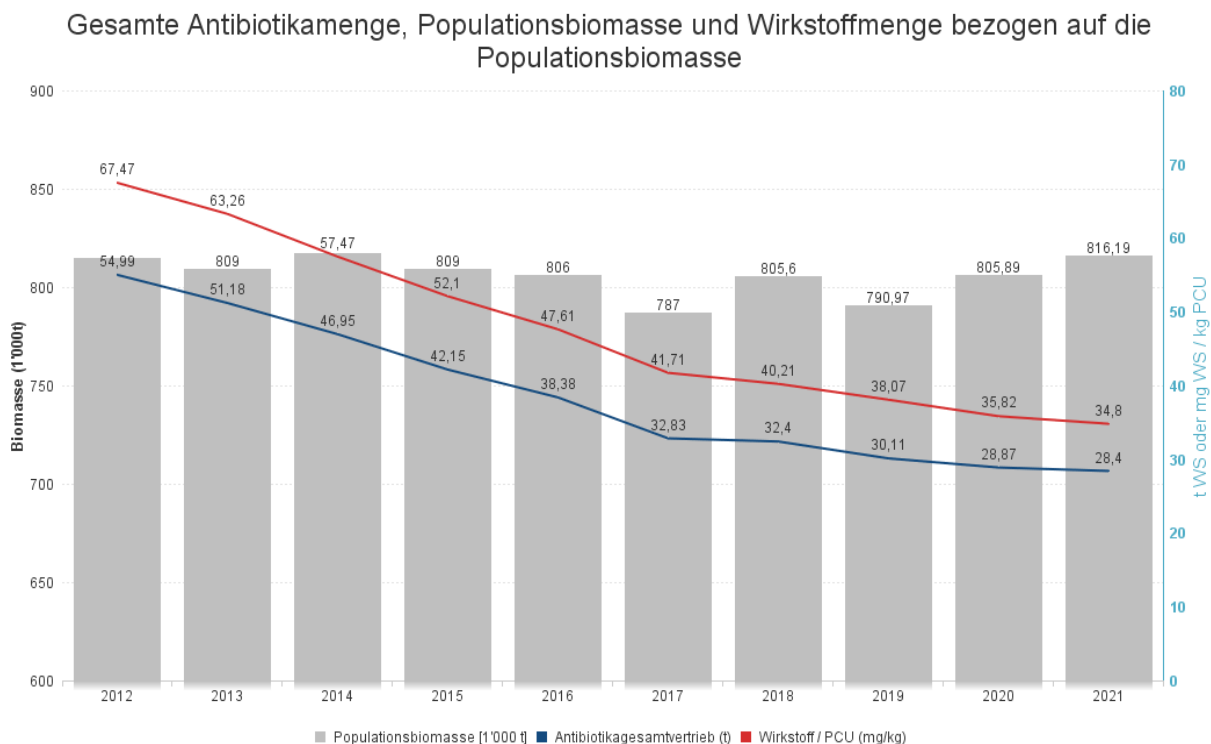


Abb. 1.4: Vertriebene Wirkstoffmenge und PCU in den Jahren 2012 bis 2021

Eine tabellarische Übersicht der Wirkstoffmengen der Abbildungen finden Sie im Anhang (Tab. 4b).

1.2.1 Kritische Antibiotikaklassen

Bei Nutztieren nahmen die Verkäufe der drei in der Schweiz als kritische Antibiotika definierten Wirkstoffklassen 2021 im Vergleich zum Vorjahr weiterhin ab. Makrolide stellen den mengenmässig höchsten Anteil dar, da Tylosin auch in Arzneimittelvormischungen für Schweine enthalten ist. Ein bedeutender Rückgang erfolgte nach dem Inkrafttreten der Revision der Tierarzneimittelverordnung am 1.4.2016. Seither ist die Abgabe kritischer Wirkstoffe auf Vorrat verboten. Dabei ist auch ein sinkender Trend bei den Wirkstoffmengen von einmalig zu applizierenden, langwirkenden Injektionspräparaten mit solchen Wirkstoffen zu verzeichnen.

Die Verkaufsmenge von Colistin, welches laut WHO auch zu den kritischen Antibiotika gerechnet wird und das einzige Polymyxin bei Nutztieren ist, hat sich im letzten Jahr auf 82 kg reduziert, das heisst, seit 2012 hat die verkaufte Menge um 92 % abgenommen. Analysiert man die Zahlen unter Einbezug der PCU, wurde in der Schweiz rund 0.1mg/PCU verkauft. Dies liegt unter dem Europäischen Durchschnitt und deutlich unter der Forderung der EU eines Verbrauchs von maximal 1mg/PCU.

¹ Die «Population Correction Unit (PCU)» ist eine theoretische Masseinheit, die von der Europäischen Arzneimittelagentur (EMA) im Jahr 2009 entwickelt und europaweit eingeführt wurde. Sie berücksichtigt die Tierpopulation eines Landes (Lebend- und/oder Schlachttiere) über ein Jahr sowie das geschätzte Gewicht der einzelnen Tierarten zum Zeitpunkt der Behandlung mit Antibiotika. Obwohl es sich um eine Schätzung handelt, ermöglicht sie Jahresvergleiche von Jahr zu Jahr und Trends zu erkennen.

1.2.2 Intramammär applizierte Antibiotika

Die verkaufte Wirkstoffmenge intramammärer Präparate bei Nutztieren ist in den vergangenen Jahren, nach einem Rückgang bis 2016, mit kleinen Schwankungen stabil (Abb. 1.5). Ebenso sind die Wirkstoffmenge von Präparaten, die zur Behandlung bei laktierenden Kühen bestimmt sind, und die Wirkstoffmenge in Trockenstellern, seitdem konstant. Gleiches gilt auch bei Betrachtung der Wirkstoffmenge bezogen auf die PCU beim Milchvieh.

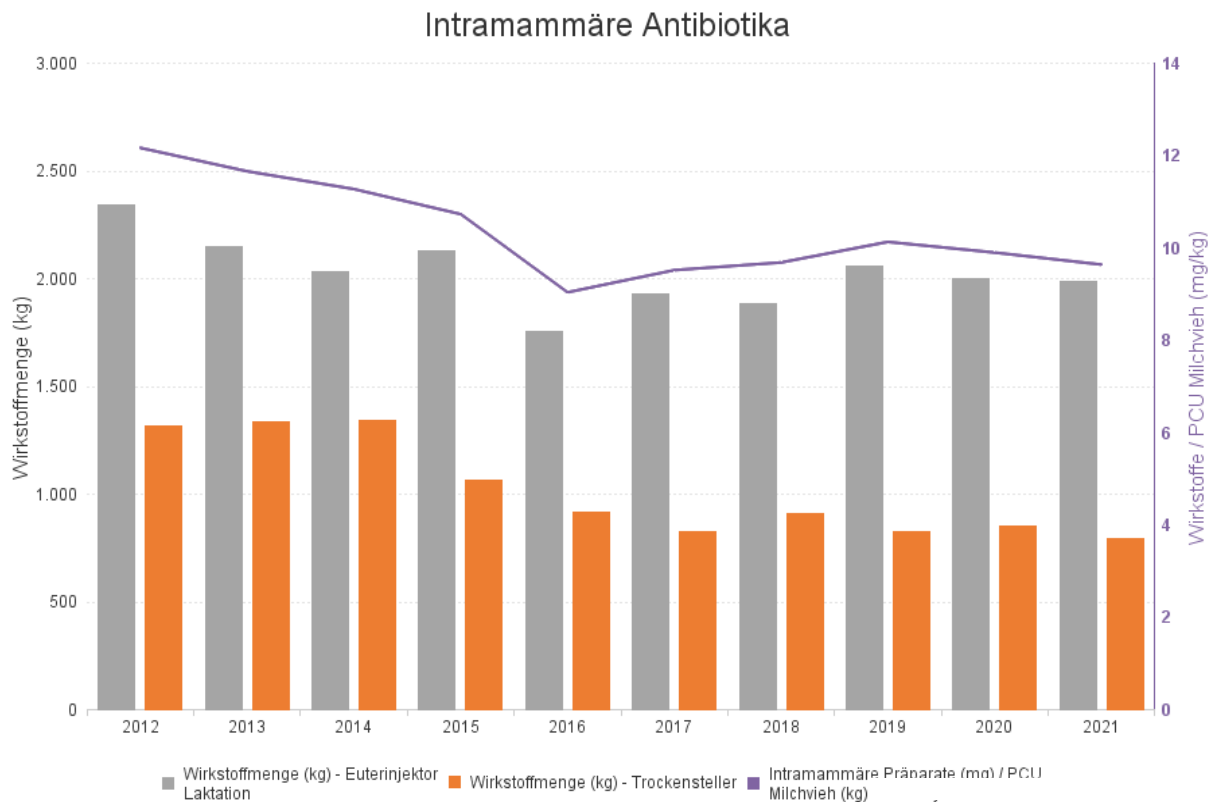


Abb. 1.5: Wirkstoffmenge (kg in Präparaten zur intramammären Anwendung bei Nutztieren 2012 bis 2021

1.3 Präparate für Heimtiere

Gemessen an der verkauften Gewichtsmenge von antibiotischen Wirkstoffen beträgt der Anteil der ausschliesslich für Heimtiere zugelassenen Präparate 3.1 %. Präparate, die sowohl für Nutz- wie auch für Heimtiere zugelassen sind, werden (analog dem Projekt ESVAC) seit dem Jahr 2012 bei den Nutztieren berücksichtigt [2]. Dies ist insbesondere bei den parenteral applizierten Wirkstoffen von Bedeutung, bei denen der grösste Anteil der Präparate für Heimtiere und Nutztiere zugelassen ist. Da aus den Verkaufszahlen nicht unterschieden werden kann, ob diese Präparate bei Nutz- oder Heimtieren verwendet werden, wird der Einsatz bei Heimtieren so tendenziell unterschätzt. Die Gesamtmenge Antibiotika, die für Heimtiere verkauft wurde, hatte zwischen 2012 und 2018 um 13 % abgenommen (-117 kg), hat aber seit wieder jährlich zugenommen. Im Vergleich zum Vorjahr waren die Verkäufe um 9 % höher. Dies ist vor allem auf eine vermehrte Nutzung von Aminoglykosiden und Imidazole zurückzuführen. Dagegen sind die Verkäufe von kritischen Antibiotika aller Klassen zurückgegangen.

Unter den Imidazolen sind die Nitroimidazole eine Stoffgruppe, die als Antibiotikum insbesondere gegen obligat anaerobe Bakterien eingesetzt werden; der starke Umsatzanstieg gegenüber den Vorjahren liegt an drei neuen Präparaten, die eine Erstzulassung 2020 erhalten haben. Die Stoffgruppe wird auch häufig gegen einzellige Parasiten verwendet.

Nach wie vor stellen Penicilline mengenmässig die wichtigste Wirkstoffgruppe bei denjenigen Präparaten dar, die nur für Heimtiere zugelassen sind, gefolgt von Cephalosporinen, Imidazolen und Amphenikolen (Abb. 1.6).

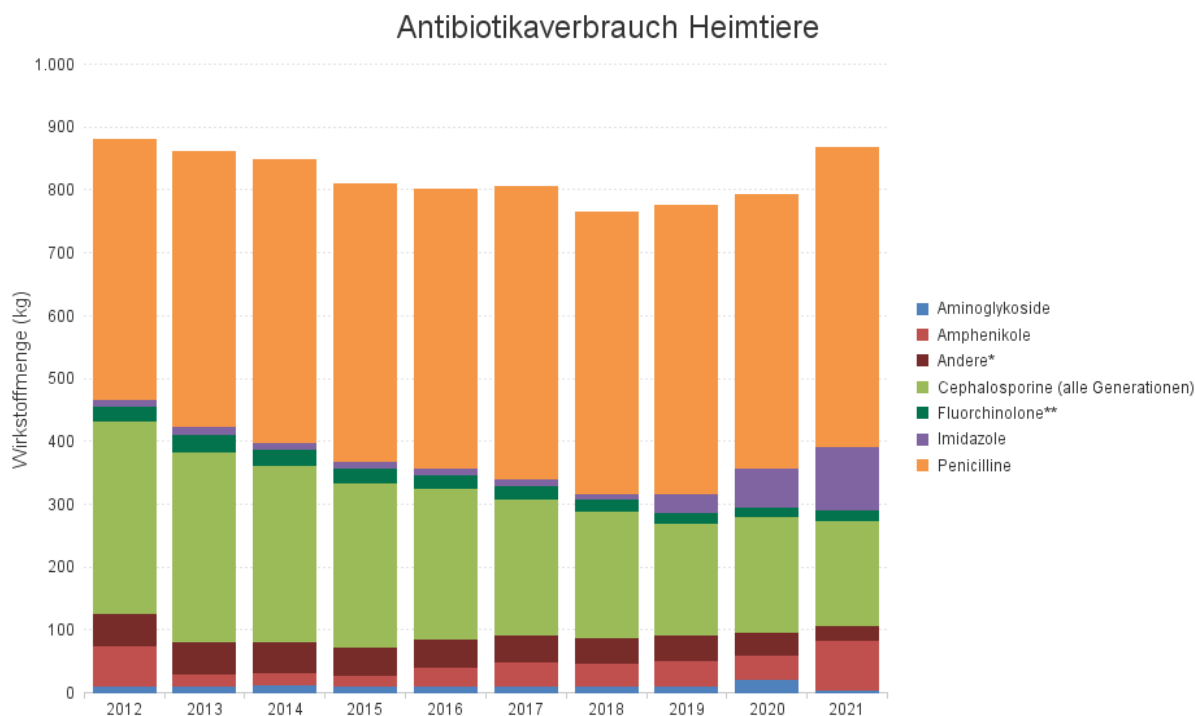


Abb. 1.6: Anteil verkaufter Wirkstoffklassen bei Heimtieren 2011 bis 2020 (in kg)

* Diaminopyrimidinderivate, Nitrofurane, Polypeptidantibiotika (ohne Polymyxine), Steroidantibiotika, Lincosamide, Makrolide, Polymyxine, Tetracycline

** Neben Fluorchinolonen und Makroliden umfassen die kritischen Antibiotika auch die hier nicht extra ausgewiesenen Cephalosporinen der 3./4. Generation

Eine Übersicht der verkauften Wirkstoffmengen der letzten 10 Jahre finden Sie im Anhang (Tab. 4c).

1.4 Diskussion

In den letzten 10 Jahren hat die Gesamtvertriebsmenge von Antibiotika in der Tiermedizin stetig abgenommen. Das weist auf eine hohe Sensibilisierung für den sachgemässen Einsatz von Antibiotika bei Tierärztinnen und Tierärzten und bei Landwirten und Landwirtinnen hin. Nur bei den für Heimtiere zugelassenen Präparaten gab es seit 2018 eine langsame, aber stetige Erhöhung der Vertriebsmenge. Dem steht positiv gegenüber, dass der Vertrieb von kritischen Antibiotika bei Nutz- und Heimtieren weiterhin konstant abnimmt. Es zeigt sich, dass die umgesetzten Massnahmen greifen. Das betrifft zum Beispiel das Verbot einer Abgabe auf Vorrat von kritischen Antibiotikaklassen oder von Antibiotika für den prophylaktischen Einsatz. Auch die Publikation der Therapieleitfäden [Rinder/Schweine/kleine Wiederkäuer/Neuweltkameliden](#), [Hunde/Katzen](#) und [exotischen Heimtieren](#) für Tierärztinnen und Tierärzte zeigt Wirkung. Die Zahlen legen nahe, dass Antibiotika immer umsichtiger eingesetzt werden. Die erhöhten Verkaufszahlen bei den Heimtieren sind eher positiv zu werten. Penicilline, Amphenikole, Imidazole und Tetracycline werden eingesetzt, was zeigt, dass man vermehrt sogenannte «First-Line-Antibiotika» einsetzt. Dagegen werden die kritischen Antibiotikaklassen mit größerer Umsicht ausgewählt. Auch bei Heimtieren wird dieser Trend durch den neuen [Therapieleitfaden für Hunde und Katzen](#) unterstützt. Bei den Imidazolen muss zudem berücksichtigt werden, dass Produkte für die Veterinärmedizin erst seit 2020 vermarktet werden und vorher Humanpräparate verwendet wurden.

Die Interpretation der Vertriebsdaten lässt nur beschränkt Aussagen zu effektiven Behandlungen von bestimmten Tierpopulationen zu. Die meisten Präparate sind für mehrere Tierarten zugelassen. Auch unterschiedliche Dosierungen zwischen den Antibiotikaklassen und den Tierarten werden bei den Verkaufsmengen nicht berücksichtigt. Zudem gibt es erhebliche Unterschiede im Gewicht der Moleküle der aktiven Substanzen zwischen den Wirkstoffen. Im Zusammenhang mit der Resistenzbildung und der

Resistenzentwicklung ist nicht die Abnahme der Gesamtmenge alleine entscheidend, sondern die Anzahl Behandlungen pro Tier resp. die Anzahl behandelter Tiere pro Zeiteinheit sowie der Applikationsweg. Trotzdem ist die Vertriebsmenge eine wichtige und vergleichsweise einfach zu bestimmende Messgrösse. Sie bildet eine Grundlage, die seit kurzem durch detaillierte Daten aus dem Informationssystem Antibiotika in der Veterinärmedizin IS ABV ergänzt wird.

Mit dieser Datengrundlage werden Probleme spezifischer identifiziert, und sie können mit gezielten Informationen und Massnahmen angegangen und deren Wirkungen gemessen werden.

Literatur

[1] WHO Advisory Group on Integrated Surveillance of Antimicrobial Resistance (AGISAR). Critically Important Antimicrobials for Human Medicine. 6th revision, 2018

[2] European Medicines Agency, Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2018 (EMA/24309/2020)

2 Bericht über das Antibiotikaresistenzmonitoring 2021

2.1 Untersuchungsprogramm 2021

Seit 2014 erfolgt die risikobasierte Überwachung der Antibiotikaresistenzen von bakteriellen Zoonoseerregern und Indikatorbakterien gemäss den in der Europäischen Richtlinie 2003/99/EC festgelegten Vorgaben. Mit dem Durchführungsbeschluss 2020/1729 gelten ab 2021 europaweit neue Vorschriften zur Überwachung und Meldung von Antibiotikaresistenzen in Nutztieren und Frischfleisch. Basierend auf diesen Vorschriften, hat die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (*European Food Safety Agency* (EFSA)) detaillierte Richtlinien für randomisierte Probenahmen, Zielkeime, Methoden und Auswertemodalitäten zum Zweck einer europaweit harmonisierten Überwachung der Antibiotikaresistenz erstellt. Die Implementierung der Gesetzgebung und der Spezifikationen durch die europäischen Mitgliedstaaten und der Schweiz hat zu umfassenden und vergleichbaren Daten zur Antibiotikaresistenzsituation in lebensmittelliefernden Tieren und daraus produziertem Fleisch in Europa geführt. Die Ergebnisse werden jährlich von der EFSA publiziert (www.efsa.eu).

Die Untersuchungen bei den verschiedenen Nutztierarten Geflügel, Schweine und Kälber werden abwechselnd alle 2 Jahre durchgeführt. 2021 wurden turnusgemäss bakterielle Zoonoseerreger und Indikatorbakterien von Schweinen und Kälbern sowie Frischfleisch von Schweinen und Rindern untersucht (Table 2.1.).

Blinddarmproben und Nasentupfer wurden an den sechs grössten Schweizer Schweineschlachthöfen und sieben grössten Rinderschlachthöfen erhoben. Damit wurde sichergestellt, dass mindestens 84 %, bzw. 79% aller geschlachteten Schweine oder Kälber unter 1 Jahr, beprobt wurden. Ausserdem wurden Proben von abgepacktem, nicht verarbeitetem Frischfleisch von Schwein und Rind aus dem Detailhandel genommen. Gemäss den Importanteilen sieht die Stichprobenvorgabe dabei für Schweinefleisch 100 % Schweizerfleisch, für Rindfleisch eine Verteilung von 15 % importiertem Fleisch und 85 % Fleisch aus Schweizer Produktion vor. Die Proben wurden am Nationalen Referenzlabor für Antibiotikaresistenz (ZOBA), Institut für Veterinär bakteriologie, Universität Bern untersucht.

Tab. 2.1: Programm Antibiotikaresistenzmonitoring 2021

Tierart	Art der Proben	Anzahl Proben	Untersuchte Keime	Anzahl Isolate
Schweine	Blinddarm	289	<i>Campylobacter coli</i>	191
Schweine	Blinddarm	188	<i>E. coli</i>	170
Schweine	Blinddarm	289	Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i>	17
Schweine	Blinddarm	288	Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp.	0
Schweine	Nasentupfer	289	MRSA	155
Schweinefleisch	Frischfleisch	309	Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i>	0
Schweinefleisch	Frischfleisch	307	Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp.	0
Kälber	Blinddarm	191	<i>E. coli</i>	180
Kälber	Blinddarm	294	Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i>	70
Kälber	Blinddarm	294	Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp.	0
Kälber	Nasentupfer	294	MRSA	18
Rindfleisch	Frischfleisch	307	Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i>	0
Rindfleisch	Frischfleisch	307	Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp.	0

2.2 Indikator-*E. coli*

2.2.1 Resistenz von Indikator-*E. coli* in Schweizer Schlachtschweinen

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof von 188 Mastschweinen Blinddarmproben genommen und im Labor auf Indikator-*E. coli* untersucht. Es wurden 170 *E. coli* Stämme isoliert und einer Resistenzuntersuchung unterzogen.

Die höchsten Resistenzraten wurden gegenüber Tetracyclinen (30.0 %), Sulfonamiden (29.4 %), Ampicillin (16.5 %) und Trimethoprim (14.7 %) festgestellt.

Von 2015 bis 2021 ist eine geringe Abnahme der Resistenzraten gegenüber Sulfonamiden, Trimethoprim, Ampicillin und Chloramphenicol festzustellen (Abb. 2.1). Für Tetracycline ist nach einer Phase abnehmender Resistenzraten zwischen 2015 und 2019 auf ca. 20%, in 2021 ein Anstieg auf ca. 30% zu verzeichnen, welcher dem Wert von 2015 entspricht. Die Resistenzrate gegenüber (Fluor)chinolonen und Aminoglykosiden liegt bei <5%,

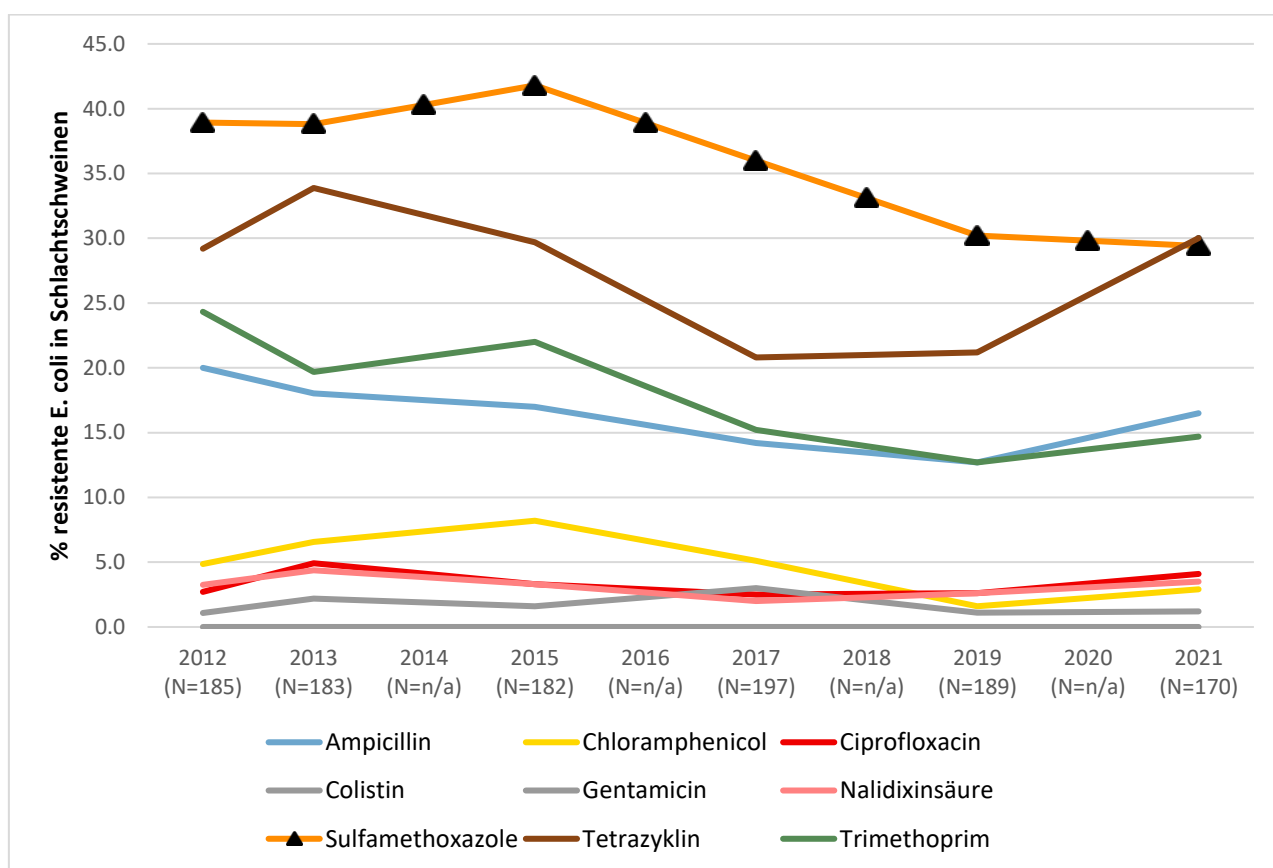


Abb. 2.1: Trends bei antimikrobieller Resistenz in Indikator-*E. coli* von Schlachtschweinen zwischen 2012 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate; Werte für 2014, 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a]).

Von den isolierten Indikator-*E. coli* waren 51.8 % empfindlich gegenüber allen getesteten Antibiotika (Abb. 2.2). Dieser Wert ist signifikant niedriger als in den letzten Jahren (2019, 58.7%; 2017, 55.8%). Es wurden keine Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten *E. coli* und keine Colistin-, Azithromycin-, Amikacin- und Meropenem-Resistenzen gefunden.

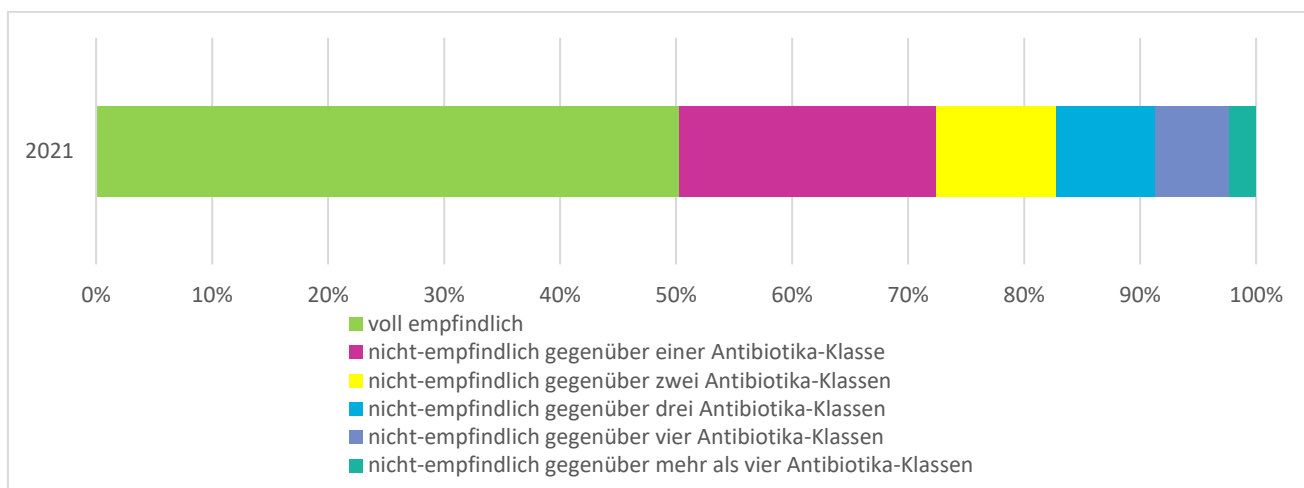


Abb. 2.2: Anteil von Mehrfachresistenzen bei Indikator *E. coli* aus Schlachtschweinen in 2021.

2.2.2 Resistenz von Indikator-*E. coli* in Schweizer Schlachtkälbern

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof von 191 Mastkälbern unter 1 Jahr Blindarmproben genommen und im Labor auf Indikator-*E.coli* untersucht. Es wurden 180 *E. coli* Stämme isoliert und einer Resistenzuntersuchung unterzogen.

Die höchsten Resistenzraten wurden gegenüber Tetracyclinen (28.3%), Sulfonamiden (27.2 %) und Ampicillin (26.1 %) festgestellt. Danach folgen Resistenzen gegen Trimethoprim (12.2 %), Chloramphenicol (7.2 %) und Gentamicin (6.7%). Im langjährigen Trend ist seit 2017 eine signifikante Abnahme der Resistenzraten gegenüber Sulfonamiden festzustellen (Abb. 2.3). Auch die Resistenzraten gegenüber Tetracyclinen, Trimethoprim und (Fluor)chinolonen sind seit 2017 gesunken. Im Gegensatz dazu zeigt sich ein leichter Anstieg der Resistenzen gegenüber Gentamicin.

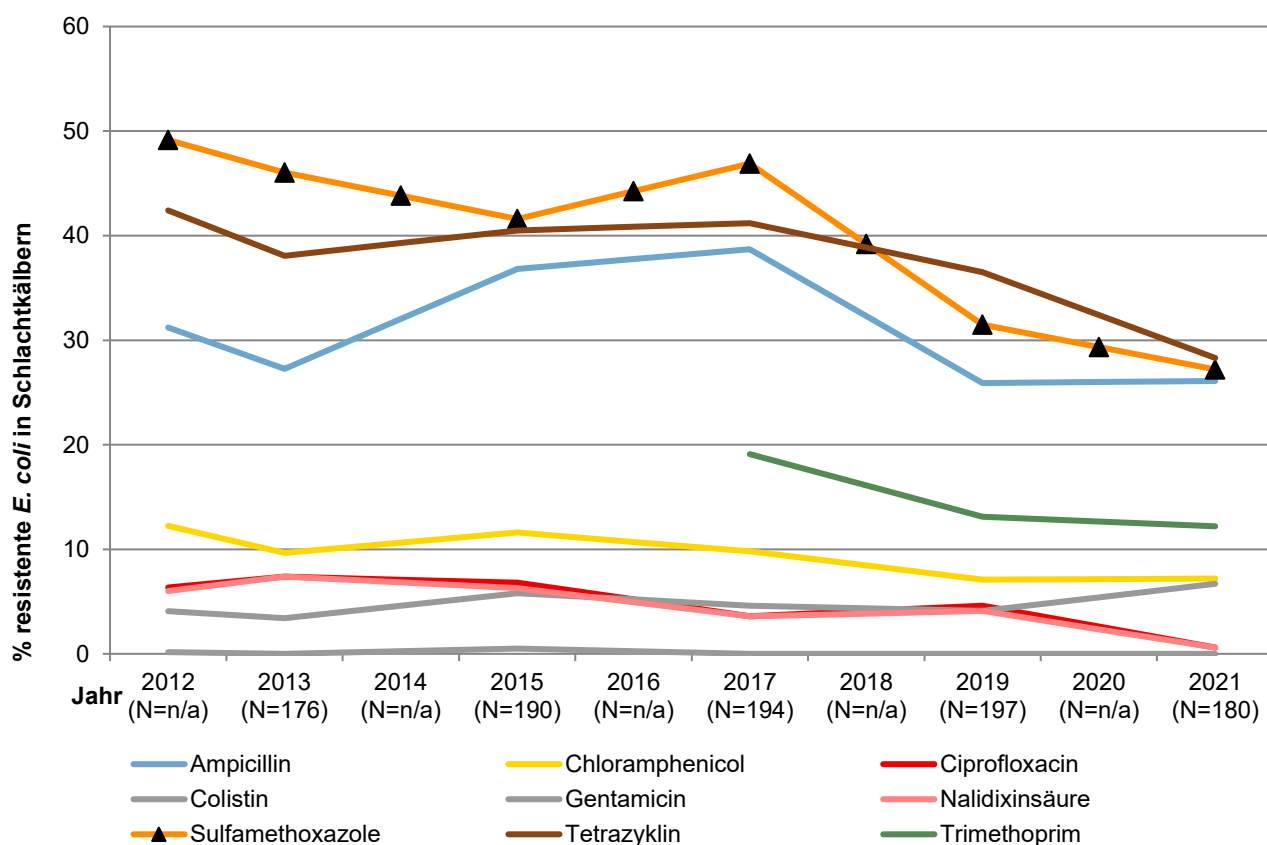


Abb. 2.3: Trends in antimikrobieller Resistenz in Indikator *E. coli* von Schlachtkälbern zwischen 2012 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate; Werte für 2014, 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a]).

Von den isolierten Indikator-*E. coli* waren 62.8 % empfindlich gegenüber allen getesteten Antibiotika (Abb. 2.4). Dieser Wert ist höher als in den letzten Jahren (60.4 % in 2019). Es wurden zwei Dritt-Generation-Cephalosporin-resistente *E. coli*, aber keine Colistin-, Amikacin- und Meropenem-Resistenzen detektiert.

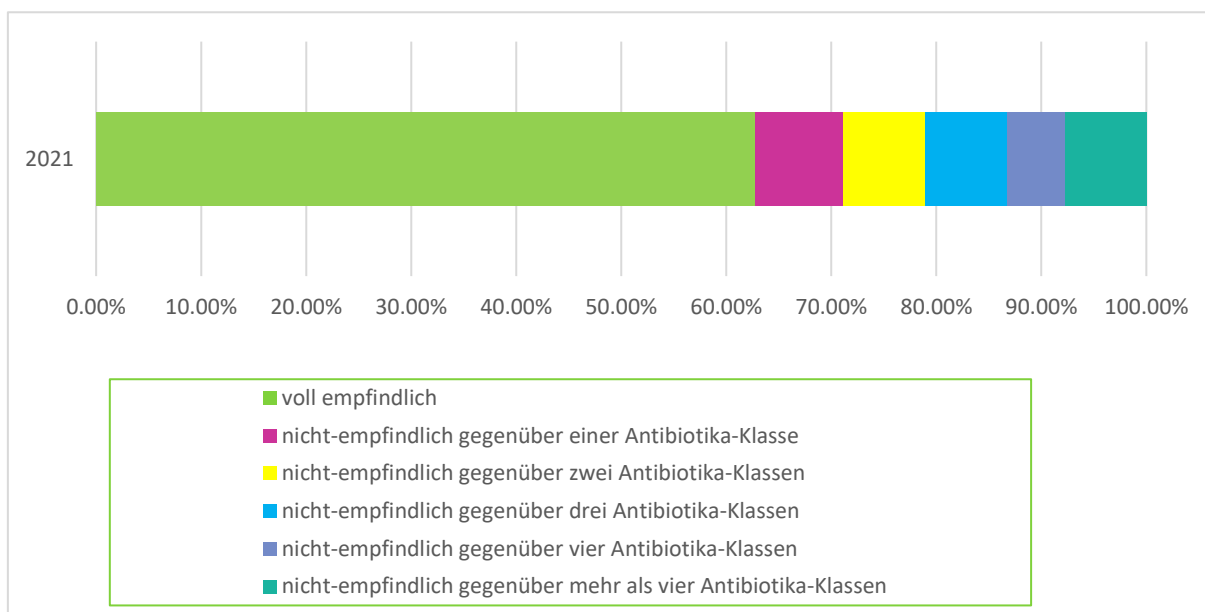


Abb. 2.4: Anteil von Mehrfachresistenzen bei Indikator *E. coli* aus Schlachtkälbern in 2021.

2.3 Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*)

2.3.1 Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) in Schweizer Schlachtschweinen

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof von 289 Blinddarmproben von Schlachtschweinen (1 Probe pro Schlachtbatch) auf sog. Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) untersucht. Mittels selektiver Anreicherungsverfahren wurden 17 Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) isoliert; dies entspricht einer Herdenprävalenz von 5.9 %. Seit 2015 ist ein beständiger Rückgang der Nachweisraten zu verzeichnen (Abb. 2.5).

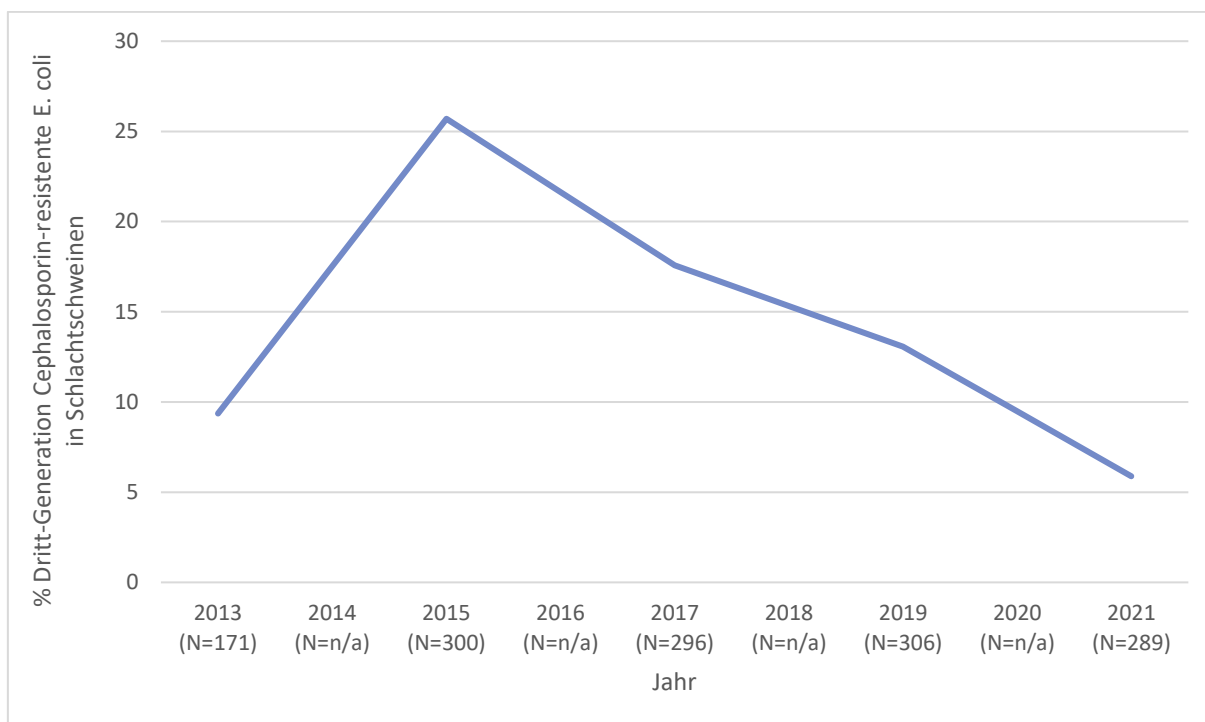


Abb. 2.5: Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* bei Schlachtschweinen zwischen 2013 und 2021 (N = Anzahl getesteter Isolate, Werte für 2014, 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a])

Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* aus Schweizer Mastschweinen weisen neben Resistenzen gegenüber neueren Cephalosporinen, zusätzlich hohe bis sehr hohe Resistenzraten gegenüber Sulfonamiden (70.6 %), Trimethoprim (58.8 %), Tetracyclinen (52.9 %), und (Fluor)chinolonen (23.5 %) auf. Es wurden keine Resistenzen gegenüber Colistin, Amikacin, Azithromycin sowie Ertapenem, Imipenem und Meropenem detektiert.

2.3.2 Prävalenz von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) in Schweizer Schlachtkälbern

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof von 294 Blinddarmproben von Schlachtkälbern unter 1 Jahr (1 Probe pro Schlachtbatch) auf sog. Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) untersucht. Mittels selektiver Anreicherungsverfahren wurden 70 Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* isoliert; dies entspricht einer Herdenprävalenz von 23.8 %. Seit 2015 ist ein Rückgang der Nachweisraten zu verzeichnen (Abb. 2.6).

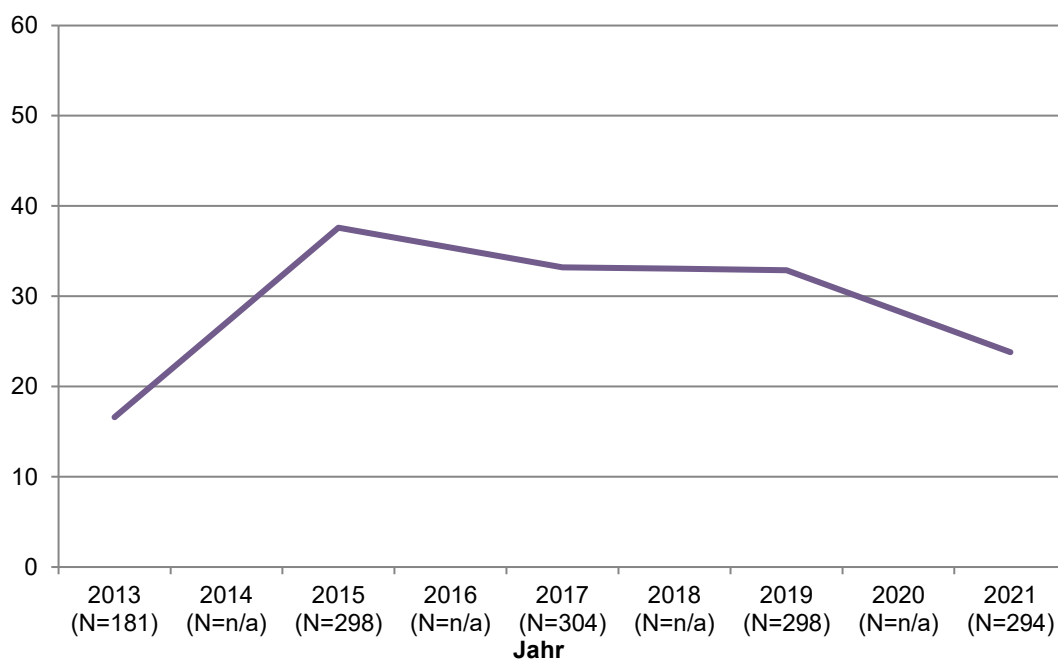


Abb. 2.6: Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* bei Schlachtkälbern zwischen 2013 und 2021 (N = Anzahl getesteter Isolate, Werte für 2014, 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a])

Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* aus Schweizer Schlachtkälbern weisen neben Resistenzen gegenüber neueren Cephalosporinen, zusätzlich hohe bis sehr hohe Resistenzraten gegenüber Tetracyclinen (81.4 %), Sulfonamiden (78.6 %), (Fluor)chinolonen (50.0 %), Trimethoprim (47.1 %), und Gentamicin (32.6 %) auf. Gegen Azithromycin waren 7.0 % der Isolate resistent. Es wurden keine Resistenzen gegenüber Colistin, Amikacin sowie Ertapenem, Imipenem und Meropenem detektiert.

2.3.3 Prävalenz von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) in Schweinefleisch

Seit 2015 wird mittels selektivem Anreicherungsverfahren das Vorkommen von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten *E. coli* in Schweinefleisch untersucht. Die Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten *E. coli* in Schweinefleisch bleibt konstant auf einem sehr niedrigen Niveau von <1%, in 2021 wurden keine Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* isoliert (Tab. 2.2).

Tab. 2.2: Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten *Escherichia coli* in Schweinefleisch von 2015 bis 2021

Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i> (%)
2015	301	3 (1.0%)
2017	302	1 (0.3%)
2019	310	2 (0.7%)
2021	309	0 (0 %)

2.3.4 Prävalenz von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten *E. coli* (ESBL/AmpC produzierende *E. coli*) in Rindfleisch

Seit 2015 wird mittels selektivem Anreicherungsverfahren das Vorkommen von Dritt-Generation-Cephalosporin-resistenten *E. coli* in Rindfleisch untersucht. Die Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten *E. coli* in Rindfleisch bleibt konstant auf einem sehr niedrigen Niveau von <1%. In 2021 wurden keine Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* isoliert (Tab. 2.3).

Tab. 2.3: Prävalenz von Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli* in Rindfleisch von 2015 bis 2021

Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Dritt-Generation Cephalosporin-resistente <i>E. coli</i> (%)
2015	298	1 (0.3%)
2017	299	2 (0.6%)
2019	309	1 (0.3%)
2021	307	0 (0%)

2.4 Carbapenem-resistente *E. coli* und *Klebsiella* spp.

2.4.1 Prävalenz von Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. in Schweizer Schlachtschweinen

Seit 2015 wird mittels selektivem Anreicherungsverfahren das Vorkommen von Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. bei Schweizer Schlachtschweinen (Blinddarmproben) untersucht. Es wurden bislang keine Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. bei Schweizer Schlachtschweinen isoliert.

Tab. 2.4: Prävalenz von Carbapenem-resistenten *Escherichia coli* und *Klebsiella* spp. bei Schlachtschweinen von 2015 - 2021

Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. (seit 2021) (%)
2015	300	0 (0%)
2017	296	0 (0%)
2019	306	0 (0%)
2021	288	0 (0%)

2.4.2 Prävalenz von Carbapenem-resistenten-*E. coli* und *Klebsiella* spp. in Schweizer Schlachtkälbern

Seit 2015 wird mittels selektivem Anreicherungsverfahren das Vorkommen von Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. bei Schweizer Schlachtkälbern (Blinddarmproben) untersucht. Es wurden bislang keine Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. bei Schweizer Schlachtschweinen isoliert.

Tab. 2.5: Prävalenz von Carbapenem-resistenten *Escherichia coli* und *Klebsiella* spp. bei Schlachtkälbern von 2015 bis 2021

Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Carbapenem-resistente <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. (seit 2021) (%)
2015	298	0 (0%)
2017	304	0 (0%)
2019	298	0 (0%)
2021	294	0 (0%)

2.4.3 Prävalenz von Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. in Schweinefleisch

Seit 2015 wird mittels selektivem Anreicherungsverfahren das Vorkommen von Carbapenem-resistenten *E. coli* und seit 2021 auch *Klebsiella* spp. in Schweinefleisch untersucht. Es wurden bislang keine Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. isoliert (siehe Tabelle 2.6).

Tab. 2.6: Prävalenz von Carbapenem-resistenten *Escherichia coli* und *Klebsiella* spp. in Schweinefleisch von 2015 bis 2021

Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Carbapenem-resistenter <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. (seit 2021) (%)
2015	301	0 (0%)
2017	302	0 (0%)
2019	310	0 (0%)
2021	307	0 (0%)

2.4.4 Prävalenz von Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. in Rindfleisch

Seit 2015 wird mittels selektivem Anreicherungsverfahren das Vorkommen von Carbapenem-resistenten *E. coli* und seit 2021 auch *Klebsiella* spp in Rindfleisch untersucht. Es wurden bislang keine Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. (siehe Tabelle 2.7) isoliert.

Tab. 2.7: Prävalenz von Carbapenem-resistenten *Escherichia coli* und *Klebsiella* spp. in Rindfleisch von 2015 bis 2021

Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Carbapenem-resistenter <i>E. coli</i> und <i>Klebsiella</i> spp. (seit 2021) (%)
2015	298	0 (0%)
2017	299	0 (0%)
2019	309	0 (0%)
2021	307	0 (0%)

2.5 Resistenz von *Campylobacter coli* in Schlachtschweinen

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof 289 Blinddarmproben von Schweinen (1 Blinddarm pro Schlachtbatch) mittels Direktnachweisverfahren auf *Campylobacter (C.) coli* untersucht. Es wurden insgesamt 191 *C. coli* isoliert, was einer Herdenprävalenz von 66% entspricht.

Im langjährigen Vergleich der Resistenzraten bei *C. coli* von Schlachtschweinen bleiben diese gegenüber Tetracyclinen (66.5%) auf einem hohen Level (Abb. 2.7). Auch gegenüber Fluorchinolonen sind die Resistenzraten hoch (53.9%). Im Gegensatz dazu sind die Resistenzen gegenüber Erythromycin und Gentamicin weiterhin auf einem sehr niedrigen Level (<0.5%). Erstmals wurde auf Resistenzen gegen Chloramphenicol und Ertapenem getestet, es wurden keine resistenten Isolate detektiert.

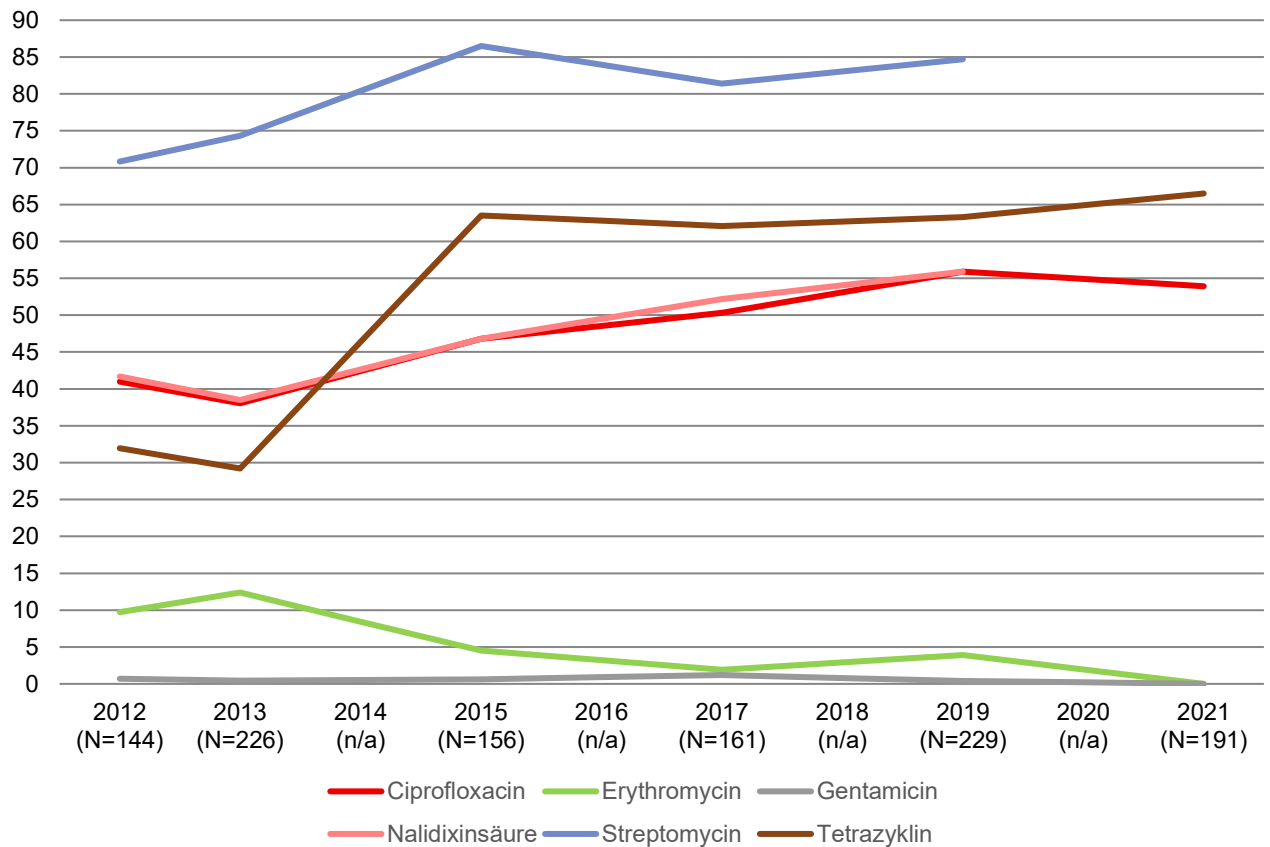


Abb. 2.7 Prävalenz antimikrobieller Resistenzen in *C. coli* von Schlachtschweinen zwischen 2010 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate; Werte für 2014, 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a]).

Der Anteil an Isolaten, die gegenüber sämtlichen getesteten Wirkstoffen empfindlich waren, lag bei 16.2 % (Abb.2.8). Dieser Anteil ist deutlich höher als in den vergangenen Jahren (2019: 3.9%). Dieser Anstieg ist darauf zurückzuführen, dass in 2021 Streptomycin nicht mehr getestet wurde.

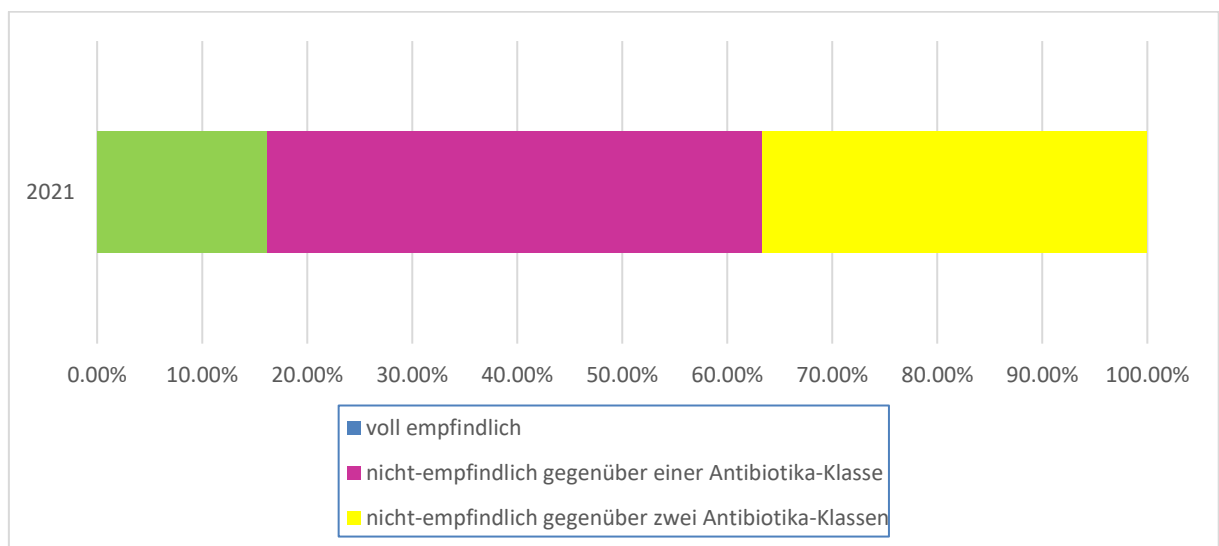


Abb. 2.8: Anteil Mehrfachresistenzen von *C. coli* aus Schlachtschweinen in 2021.

2.6 Resistenz von *Campylobacter jejuni* in Schlachtkälbern

Erstmals im Jahr 2021 wurden am Schlachthof 294 Blinddarmproben von Kälber (1 Blinddarm pro Schlachtbatch) mittels Direktnachweisverfahren auf *Campylobacter (C.) jejuni* untersucht. Es wurden insgesamt 143 *C. jejuni* isoliert, was einer Herdenprävalenz von 48.6% entspricht.

Bei *C. jejuni* von Schlachtkälbern sind die Resistenzen gegenüber Ciprofloxacin (58%) und Tetracyclinen (46.2%) auf einem hohen Level. Im Gegensatz dazu wurden keine Resistenzen gegenüber Erythromycin und Gentamicin detektiert (Tab. 2.8).

Tab. 2.8: Prävalenz antimikrobieller Resistenzen in *C. jejuni* von Schlachtkälbern in 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

	Anzahl resistente Proben (N = 143)	Prävalenz (%) in 2021 (95% CI)
Ciprofloxacin	83	58.0 (49.8 – 65.8)
Erythromycin	0	0.0 (0.0 – 2.6)
Gentamicin	0	0.0 (0.0 – 2.6)
Ertapenem	2	1.4 (0.4 – 5.0)
Tetracycline	66	46.2 (38.2 – 54.3)

Der Anteil an Isolaten, die gegenüber sämtlichen getesteten Wirkstoffen empfindlich waren, lag bei 28.0 % (Abb.2.9).

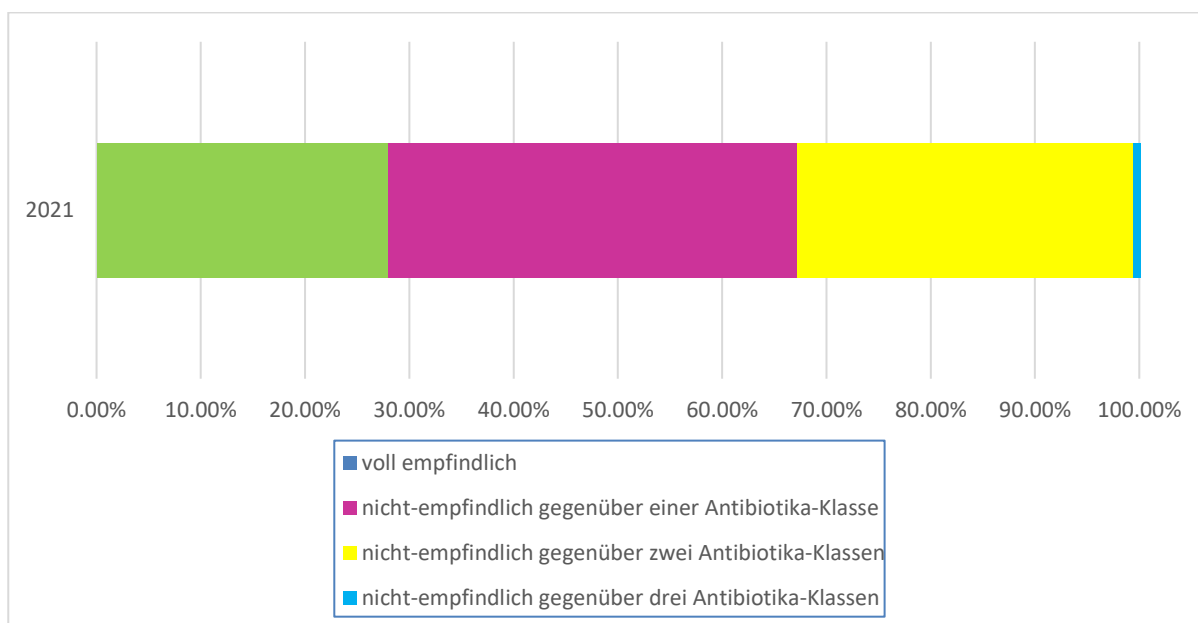


Abb. 2.9: Anteil Mehrfachresistenzen von *C. jejuni* aus Schlachtkälbern in 2021.

2.7 Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA)

2.7.1 Prävalenz und Resistenz von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Schlachtschweinen

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof Nasentupfer-Proben von 289 Schlachtschweinen auf MRSA untersucht (1 Tupfer pro Schlachtbatch). Mittels einstufigem, nicht-selektivem Anreicherungsverfahren wurden 155 MRSA isoliert, was einer Herdenprävalenz von 53.6 % entspricht; alle Isolate gehörten zu den Nutztier-assoziierten MRSA (Klonaler Komplex (CC) 398). Im Vergleich zu den Vorjahren ist ein beständiger Anstieg der Resistenzraten zu verzeichnen (Abb. 2.10). Es wurden keine Resistenzen gegenüber Rifampicin, Mupirocin, Linezolid und Vancomycin detektiert.

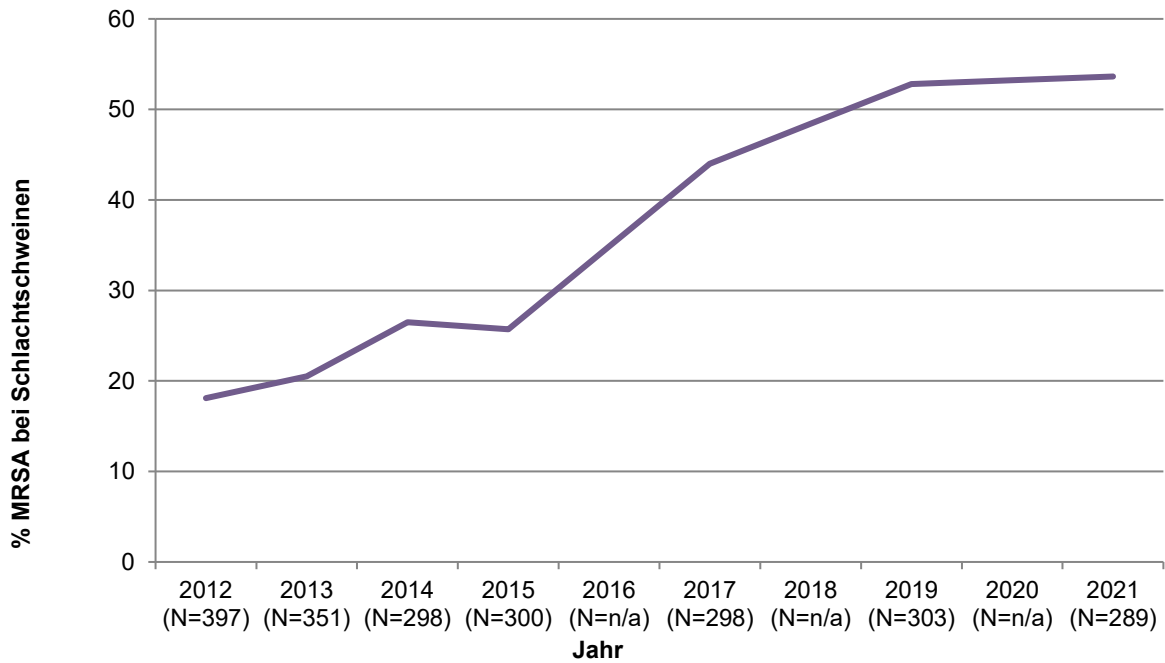


Abb. 2.10: Prävalenz von MRSA bei Schlachtschweinen zwischen 2012 und 2021 (N = Anzahl getesteter Isolate, Werte für 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a])

2.7.2 Prävalenz und Resistenz von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Schlachtkälbern

Im Jahr 2021 wurden am Schlachthof Nasentupfer-Proben von 294 Schlachtkälbern auf MRSA untersucht. Mittels einstufigem, nicht-selektivem Anreicherungsverfahren wurden 18 MRSA isoliert, was einer Herdenprävalenz von 6.1 % entspricht. Siebzehn Isolate gehören zu den Nutztier-assoziierten MRSA (Klonaler Komplex (CC) 398). Es wurden keine Resistenzen gegenüber Rifampicin, Mupirocin, Linezolid und Vancomycin detektiert. Im Vergleich zu 2019 (3.7%) ist die Prävalenz wieder etwas angestiegen, liegt aber unter dem Wert von 2017 (Abb. 2.11).

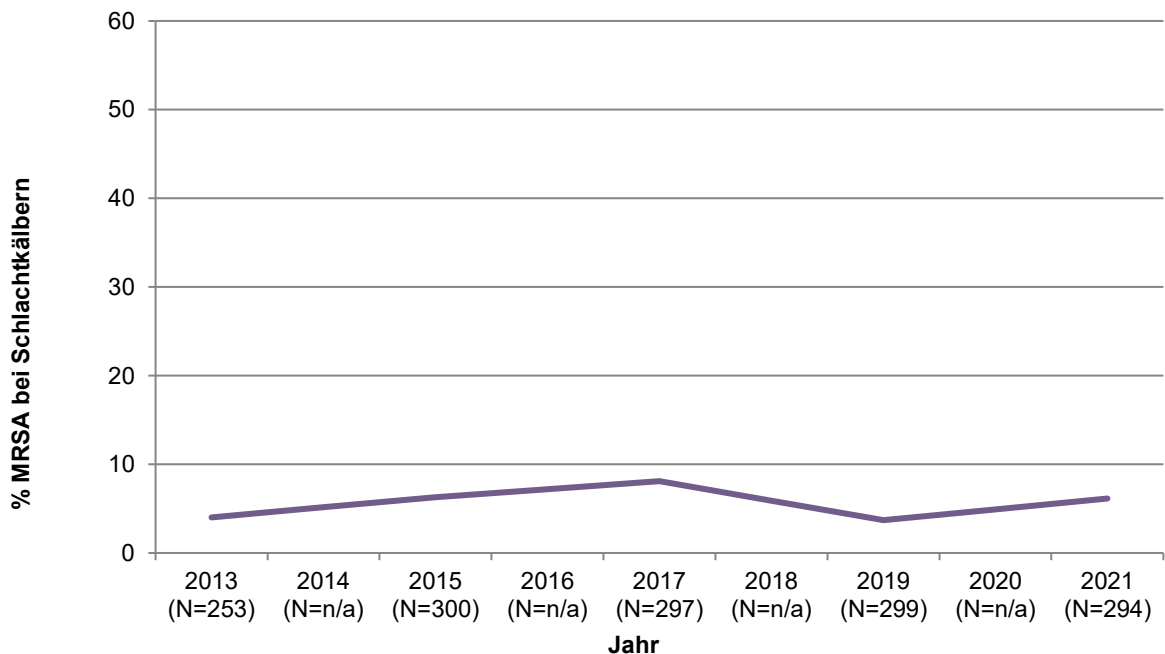


Abb. 2.11: Prävalenz von MRSA bei Schlachtkälbern zwischen 2013 und 2021 (N = Anzahl getesteter Isolate, Werte für 2014, 2016, 2018 und 2020 sind interpoliert [n/a])

2.8 Diskussion

Die Überwachung von Antibiotika-Resistenzen bei Indikatorbakterien aus gesunden Schlachttieren soll Hinweise liefern, welche Resistenzen in Darmbakterien tierischen Ursprungs vorkommen. Diese Resistenzen können an andere Bakterien, auch solche mit zoonotischem Potential, weitergegeben werden. Jeder Einsatz von Antibiotika kann in der Darmflora der betroffenen Tiere zu einem Selektionsdruck zugunsten resistenter Keime führen. Indikator-*E. coli* sind ein nützliches Instrument zur Beobachtung von Resistenzentwicklungen und zur Verfolgung der Resistenzverbreitung. Neu auftretende Resistenzen in Nutztierbeständen können so frühzeitig erkannt werden.

Die Daten von 2021 zeigen, dass es in Indikator-*E. coli* von Mastschweinen und Mastkälbern bei keiner der untersuchten Antibiotikaklassen einen signifikanten Anstieg von Resistenzen gibt. Die Trends der Resistenzraten gegen wichtige Antibiotika sind eher rückläufig.

Steigende Nachweisraten von Bakterien, welche gegen moderne Cephalosporine der dritten und/oder vierten Generation resistent sind (ESBL/AmpC), stellen ein ernstes Problem in der Humanmedizin dar. Diese Keime sind zudem oft multiresistent und nur noch gegen sehr wenige Reserveantibiotika empfindlich (z. B. Carbapeneme). Nutztiere sind in der Regel nur Träger von Dritt-Generation Cephalosporin-resistente *E. coli*, zu Erkrankungen kommt es sehr selten. Es wurde eine sehr grosse Anzahl (>700) von Genen beschrieben, welche für diese Resistenz verantwortlich sein können. Ein Grossteil dieser Gene liegt auf mobilen genetischen Elementen, welche leicht zwischen Bakterien ausgetauscht werden können. Dadurch ist es schwierig, allein basierend auf phänotypischen Daten abzuschätzen, welche Bedeutung Nutztiere als Reservoir haben und auf welchen Wegen und in welchem Ausmass eine Übertragung via Tier und / oder Lebensmittel tierischer Herkunft erfolgen kann. Die Daten zeigen aber bei Schlachtschweinen einen steten Rückgang der Nachweisraten von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten *E. coli*. Bei Schlachtkälbern ist die Nachweisrate auf einem niedrigen Niveau. Auch die sehr niedrigen Nachweisraten von Dritt-Generation Cephalosporin-resistenten *E. coli* in Schweine- und Kalbfleisch deuten auf eine vernachlässigbare Bedeutung dieser Nutztierspezies im Rahmen der Übertragung von Dritt- und/oder Viert-Generation Cephalosporin-resistenten *E. coli* auf den Menschen hin.

In der Humanmedizin wurden in den letzten Jahren vermehrt Carbapenem-resistente Bakterien (u. a. *E. coli* und *Klebsiella* spp.) nachgewiesen. Diese multiresistenten Bakterien sind sehr schwer zu behandeln. In der Schweizer Nutztierpopulation und in Frischfleisch wurden bisher keine Carbapenem-resistenten *E. coli* und *Klebsiella* spp. nachgewiesen. Ertapenem wurde 2021 neu in das Programm für *Campylobacter jejuni/coli* aufgenommen, da es Hinweise auf Carbapenem-resistente *Campylobacter* spp. in der Humanmedizin gibt. Eine Bewertung der gewählten Auslegungskriterien ist daher noch nicht möglich und der Vergleich mit Prävalenzdaten aus anderen europäischen Ländern und den Vorjahren wird erst in Zukunft möglich sein.

Die Campylobacteriose ist seit Jahren die mit Abstand häufigste bakterielle Zoonose in der Schweiz. Pouletfleisch ist die wichtigste Infektionsquelle für den Menschen, Schweine- oder Kalbfleisch spielen eine untergeordnete Rolle. Bei *C. coli* aus Blinddarmproben von Schweinen sowie bei *C. jejuni* aus Blinddarmproben von Kälbern sind hohe Resistenzraten gegenüber (Fluor)chinolonen sowie Tetracyclinen zu verzeichnen. Erfreulich ist, dass die Resistenzen gegenüber Erythromycin und Gentamicin auf einem sehr niedrigen Niveau sind.

Methicillin-resistente *Staphylococcus (S.) aureus* (MRSA) können beim Menschen und bei vielen Nutz- und Heimtieren nachgewiesen werden. Da *S. aureus* zu den normalen Besiedlern von Haut und Schleimhäuten von Mensch und Tier gehört, können auch MRSA in der Normalflora von gesunden Individuen gefunden werden. MRSA können bei Schweinen, Rindern und Pferden regelmässig nachgewiesen werden. Bei Schweizer Schlachtschweinen wurde seit 2009 ein kontinuierlicher Anstieg der Nachweisraten verzeichnet, der sich jedoch seit 2019 stabilisiert hat. Die MRSA-Prävalenz in Mastkälbern ist seit 2013 auf niedrigem Niveau.

3 Bericht über das Antibiotikaresistenzmonitoring Tierpathogene 2021

3.1 Monitoringprogramm 2021

Im Jahr 2019 wurde ein jährliches Antibiotikaresistenz-Monitoring für Tierpathogene durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) initiiert und am Zentrum für Zoonosen, bakterielle Tierkrankheiten und Antibiotikaresistenz (ZOBA) implementiert.

2021 war das dritte Jahr, in dem Isolat kranker Tieren auf Antibiotikaresistenzen untersucht wurden. Die vorgelegten Daten müssen mit Vorsicht interpretiert werden, da in den meisten Bereichen noch zu wenig Isolate zur Verfügung stehen, welche eine statistisch sichere Analyse der Resistenzsituation erlauben würden.

Die Ergebnisse aus diesem Monitoringprogramm werden auch in den zweijährlich erscheinenden Swiss Antibiotic Resistance Reports publiziert. Ausserdem sind Daten über www/vet.infect.info jederzeit online abrufbar.

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 722 Isolate von universitären, kantonalen und privaten Veterinärdiagnostiklaboratorien in der Schweiz eingesandt und auf ihre antimikrobielle Resistenz untersucht (Tab. 3.1). Die Isolate stammen von klinisch erkrankten Tieren mit oder ohne antimikrobieller Behandlung vor der Probennahme. Bei vielen Isolaten ist der Vorbehandlungsstatus nicht bekannt.

Tabelle 3.1: Folgende Tierpathogene wurden im Monitoring 2021 untersucht (total 722 Isolate)

Tierart	Indikation	Erreger	Anzahl
Rind	Mastitis	<i>Staphylococcus aureus</i>	113
Rind	Mastitis	<i>Streptococcus uberis</i>	130
Rind	Mastitis	<i>Escherichia coli</i>	79
Hund	Urogenitaltrakt-Infektionen	<i>Escherichia coli</i>	102
Hund	Haut-, Schleimhautinfektionen	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>	45
Katze	Urogenitaltrakt-Infektionen	<i>Escherichia coli</i>	95
Hühner	alle Indikationen	<i>Escherichia coli</i>	94
Pferd	Haut-, Schleimhautinfektionen	<i>Streptococcus equi subspecies zooepidemicus</i>	7
Rind	Durchfall	Pathogene <i>Escherichia coli</i>	1
Rind	Respirationstrakt-Infektionen	<i>Pasteurella multocida</i>	16
Schaf/Ziege	Abszesse	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>	11
Schaf/Ziege	Enterotoxämie	<i>Clostridium perfringens</i>	10
Schwein	Durchfall	Pathogene <i>Escherichia coli</i>	19

Im Folgenden werden ausgewählte Daten für Mastitis-Erreger sowie für Pathogene bei Hund, Katze und Geflügel dargestellt, da für diese Bereiche die Anzahl der zur Verfügung stehenden Isolate seit 2019 in einer auswertbaren Grössenordnung liegen. Die Bestimmung der minimalen Hemmkonzentrationen (MHK) erfolgt mittels Mikrodilutionsmethode. Die MHK-Werte werden in der Regel gemäss den aktuellen klinischen Grenzwerten des amerikanischen Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI) ausgewertet (Vet01S, 5th Edition, 2020). Insofern werden in diesem Bericht auch nur Daten zu solchen

Antibiotika dargestellt, bei denen entsprechende Grenzwerte des CLSI vorhanden sind. Es wurden aber deutlich mehr Antibiotika untersucht. Bei der Darstellung der Ergebnisse wurden intermediär und resistent eingestufte Ergebnisse zur Gruppe "nicht empfindlich" zusammengefasst. Aufgrund der sprachlichen Vereinfachung werden diese im Text als "resistent" bezeichnet.

3.2 Antibiotikaresistenz bei bovinen Mastitis-Erregern

3.2.1 *Staphylococcus aureus*

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 113 *S. aureus*-Isolate aus bovinen Mastitisfällen untersucht. Gegen Penicillinase-sensitive Penicilline wurde eine niedrige Resistenzrate von 7% nachgewiesen. Ferner wurden niedrige Resistenzraten gegenüber Tetracyclinen (4%), Makroliden (2%) und Lincosamiden (2%) nachgewiesen (Abb. 3.1). Nur eines der insgesamt 113 untersuchten Isolate erwies sich als Methicillin-resistenter *S. aureus* (MRSA), woraus die Resistenzraten gegenüber Cephalosporinen der 3. Generation von 1% resultieren.

Aufgrund der Ergebnisse können die gemäss dem [Therapieleitfaden Rinder/Schweine/kleine Wiederkäuer](#) empfohlenen Antibiotika, insbesondere Penicillinase-sensitive Penicilline, zur Behandlung von *S. aureus* Mastitiden weiterhin empfohlen werden und es besteht im Normalfall keine Notwendigkeit, kritische Antibiotika einzusetzen.

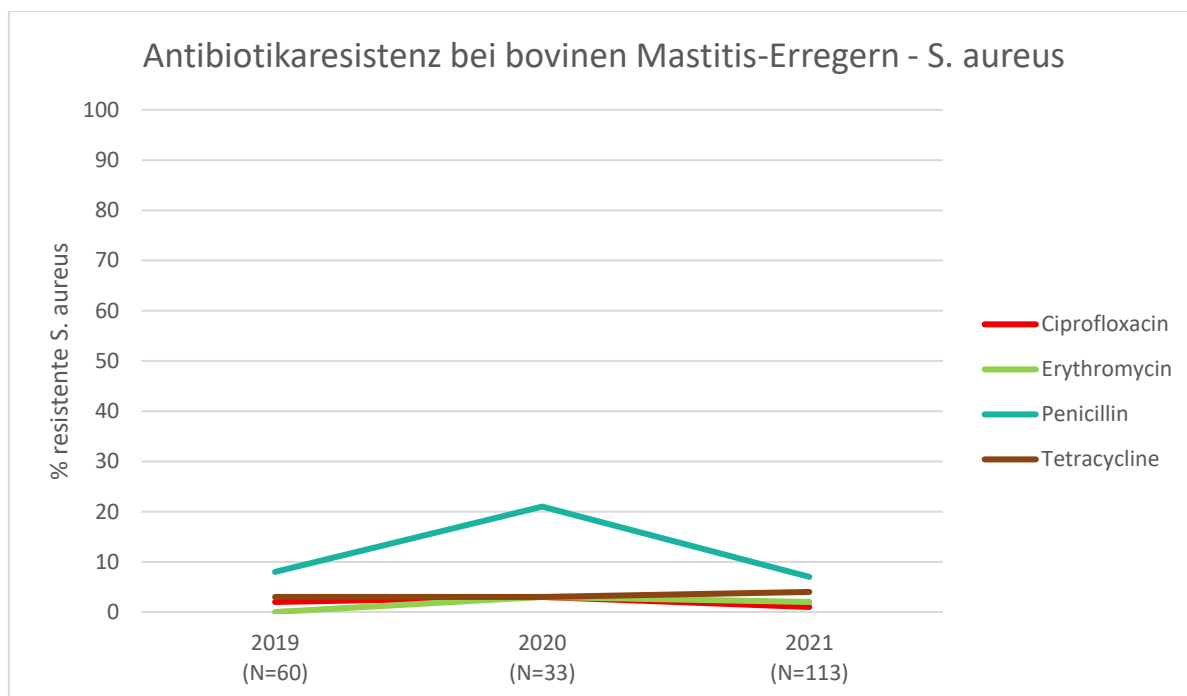


Abb. 3.1: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von *S. aureus* aus Mastitis bei Milchrindern zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.2.2 *Streptococcus uberis*

In 2021 wurden insgesamt 130 Stämme von *S. uberis* von Kühen mit Mastitis untersucht.

Es zeigten sich hohe Resistenzraten gegen Tetracycline (28%) und moderate Resistenzraten gegenüber Lincosamiden (Clindamycin 15%; Pirlimycin 11%) sowie Penicillin (14%) und niedrige bei Makroliden (10%) (Abb. 3.2) Zwei Isolate waren gegenüber Ceftiofur (Cephalosporin der 3. Generation) resistent (2%).

Aufgrund der Ergebnisse können die gemäss Therapieleitfaden empfohlenen Antibiotika, insbesondere Penicillin, zur Behandlung von *S. uberis* Mastitiden weiterhin empfohlen werden und es besteht im Normalfall keine Notwendigkeit, kritische Antibiotika einzusetzen.

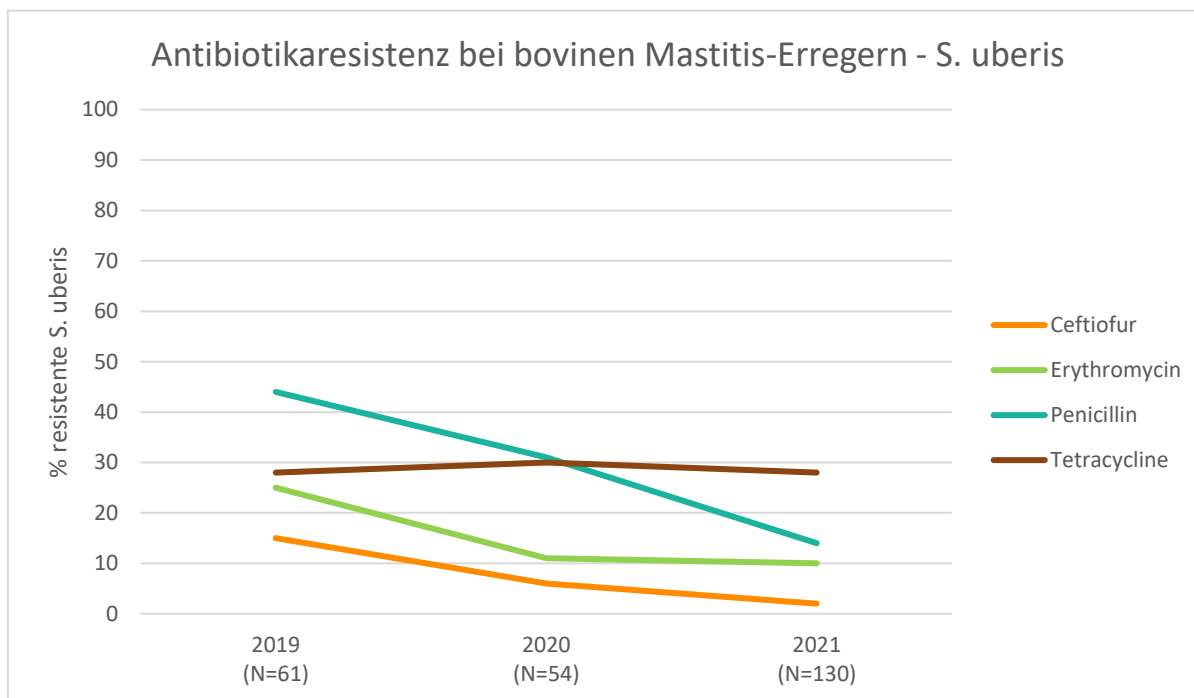


Abb. 3.2: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von *S. uberis* aus Mastitis bei Milchrindern zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.2.3 *Escherichia coli*

In 2021 wurden 79 *E. coli*-Isolate von Kühen mit Mastitis untersucht.

Diese wiesen hohe Resistenzraten gegen Aminopenicilline (24%) und Tetracycline (24%) sowie eine moderate Resistenzrate gegenüber Sulfamethoxazol/Trimethoprim (15%) auf. Zwei Isolate wiesen Resistenzen gegen Amoxicillin/Clavulansäure und Gentamicin (3%) auf. Niedrige Resistenzraten wurden gegen Amoxicillin/Clavulansäure (3%) und Gentamicin (3%) festgestellt. Alle Isolate waren gegen Cephalosporine der 3. Generation und Carbapeneme empfindlich.

Aufgrund der Ergebnisse können die gemäss Therapieleitfaden empfohlenen Antibiotika, insbesondere Gentamicin, zur Behandlung von *E. coli*-Mastitiden weiterhin empfohlen werden und es besteht im Normalfall keine Notwendigkeit, kritische Antibiotika wie Cephalosporine der 3./4. Generation einzusetzen.

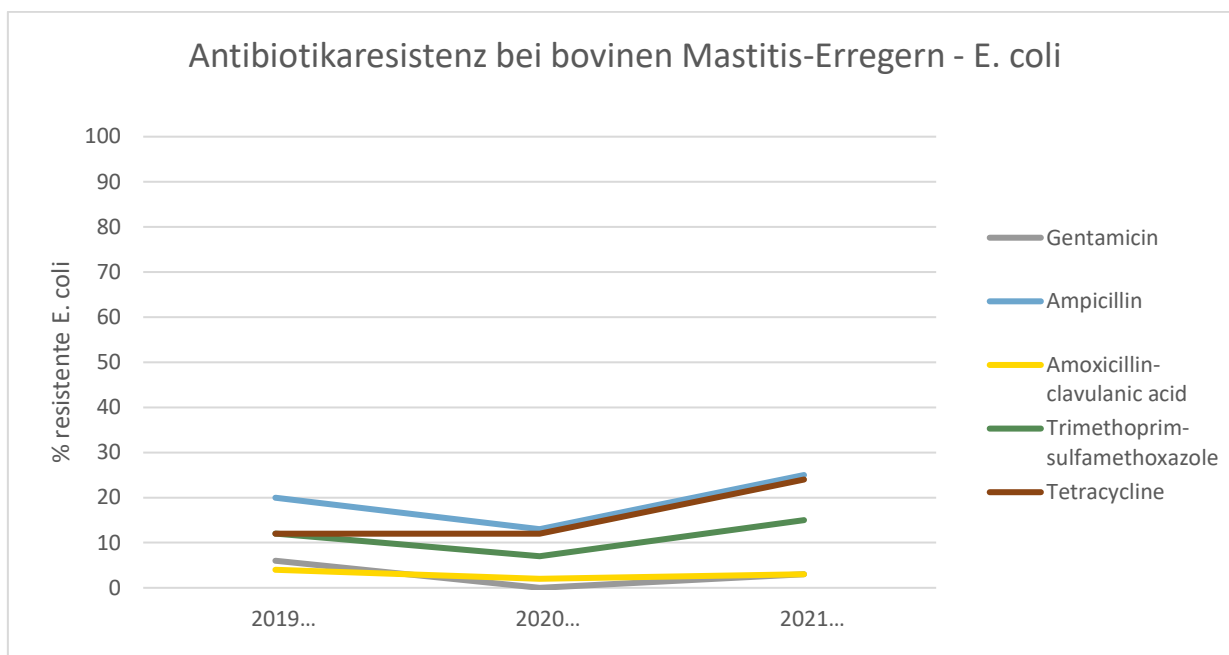


Abb. 3.3: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von *E. coli* aus Mastitis bei Milchrindern zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.3 Antibiotikaresistenz bei pathogenen Erregern vom Hund

3.3.1 *Staphylococcus pseudintermedius*

Insgesamt wurden in 2021 bei Hunden mit Haut- und Schleimhautinfektionen 45 *S. pseudintermedius* Isolate untersucht.

Es wurden hohe Resistenzraten gegen Aminopenicilline (40%), Makrolide (31%), Lincosamide (27%) und Tetracycline (24%) festgestellt. Moderate Resistenzraten zeigten sich gegen Fluorchinolone (Enrofloxacin 20%, Marbofloxacin 16%) und Gentamicin (11%), (Abb. 3.4). Fünf Isolate wurden als Methicillin-resistente *S. pseudintermedius* (MRSP) bestätigt, woraus die Resistenzraten von 11% gegen Aminopenicilline/Beta-Laktamase-Inhibitoren und Cefovecin resultieren.

Im Vergleich zu den Daten aus 2020 zeigen sich, ausser gegenüber den Fluorchinolonen, in 2021 keine grundlegenden Änderungen der Resistenzraten bei pathogenen *S. pseudintermedius*-Isolaten von Hunden.

Die Resistenzsituation gegen die Kombination von Aminopenicillinen und Beta-Laktamase-Inhibitoren als Antibiotika der ersten Wahl bei Hunden ist als günstig zu beurteilen (11%), weshalb diese Empfehlung weiterhin Gültigkeit hat. Für die Antibiotikaklasse der zweiten Wahl wie Clindamycin wurde eine hohe Resistenzrate von 27% festgestellt. Im Hinblick auf die bisherigen Therapieempfehlungen muss diese Entwicklung besonders beobachtet werden. Bemerkenswert sind die in 2021 erstmalig festgestellten moderaten Resistenzraten gegen Fluorchinolone.

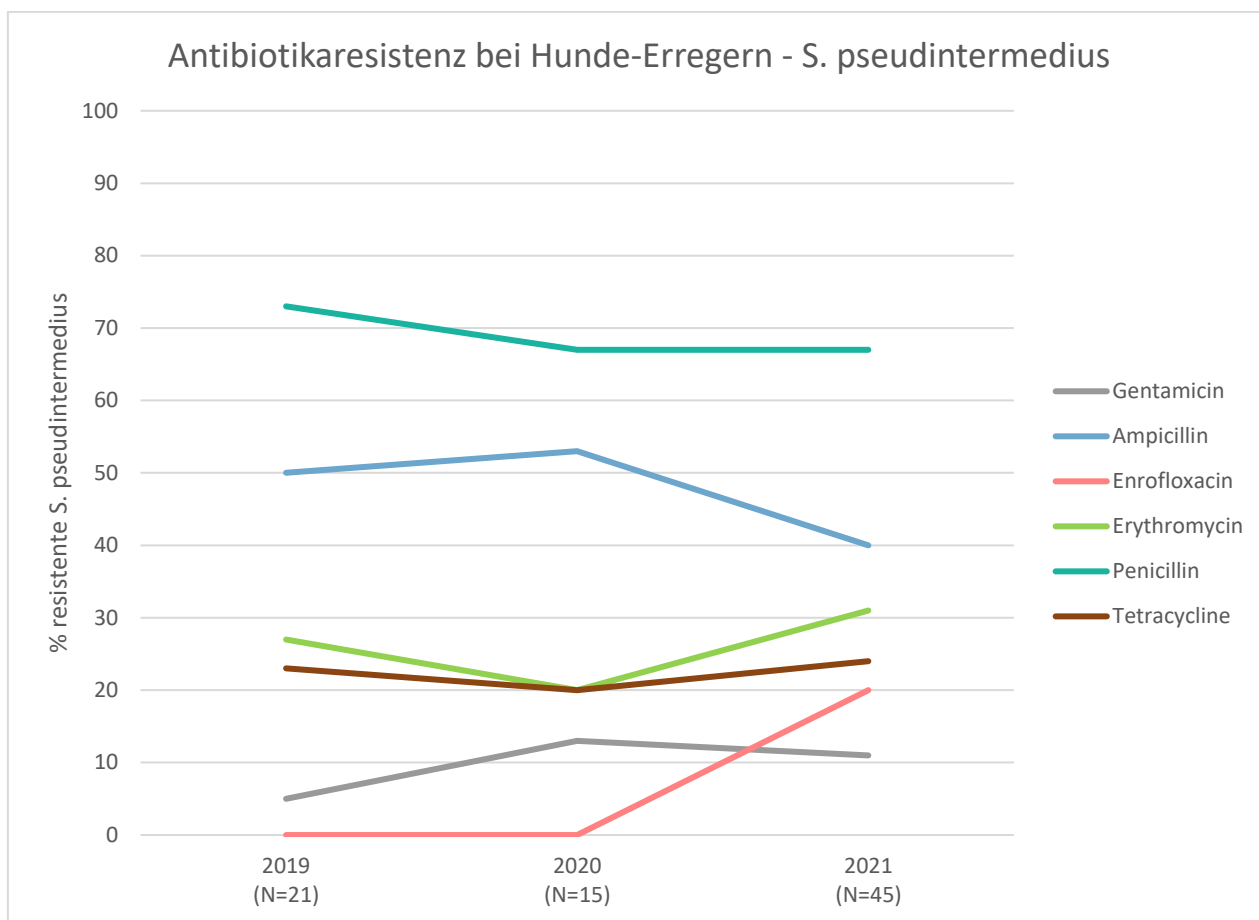


Abb. 3.4: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von *S. pseudintermedius* aus Haut- und Schleimhautinfektionen bei Hunden zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.3.2 *Escherichia coli*

Insgesamt wurden in 2021 102 *E. coli*-Isolate von Hunden mit Urogenitaltraktinfektionen untersucht.

Es wurde eine hohe Resistenzrate gegen Ampicillin (21%) und eine moderate Resistenzrate gegen Amoxicillin/Clavulansäure (12%) festgestellt. Geringe Resistenzraten wurden gegenüber Fluorchinolone (8-10%), Tetracycline (8%), Cephalosporine der 3. Generation (7%), Doxycyclin (7%) und Sulfamethoxazol/Trimethoprim (5%) festgestellt (Abb. 3.5). Es wurden keine Resistenzen gegen Carbaneme detektiert.

Die Resistenzrate für Aminopenicilline als Antibiotika der ersten Wahl bei Hunden ist mit 21% in 2021 noch hoch, es scheint aber kein zunehmender Trend vorzuliegen. Gegen Antibiotikaklassen der zweiten Wahl wie Kombinationen von Aminopenicillinen und Beta-Laktamase-Inhibitoren sowie für Sulfamethoxazol/Trimethoprim werden moderate, bzw. geringe Resistenzraten festgestellt, weshalb diese weiterhin empfohlen werden können.

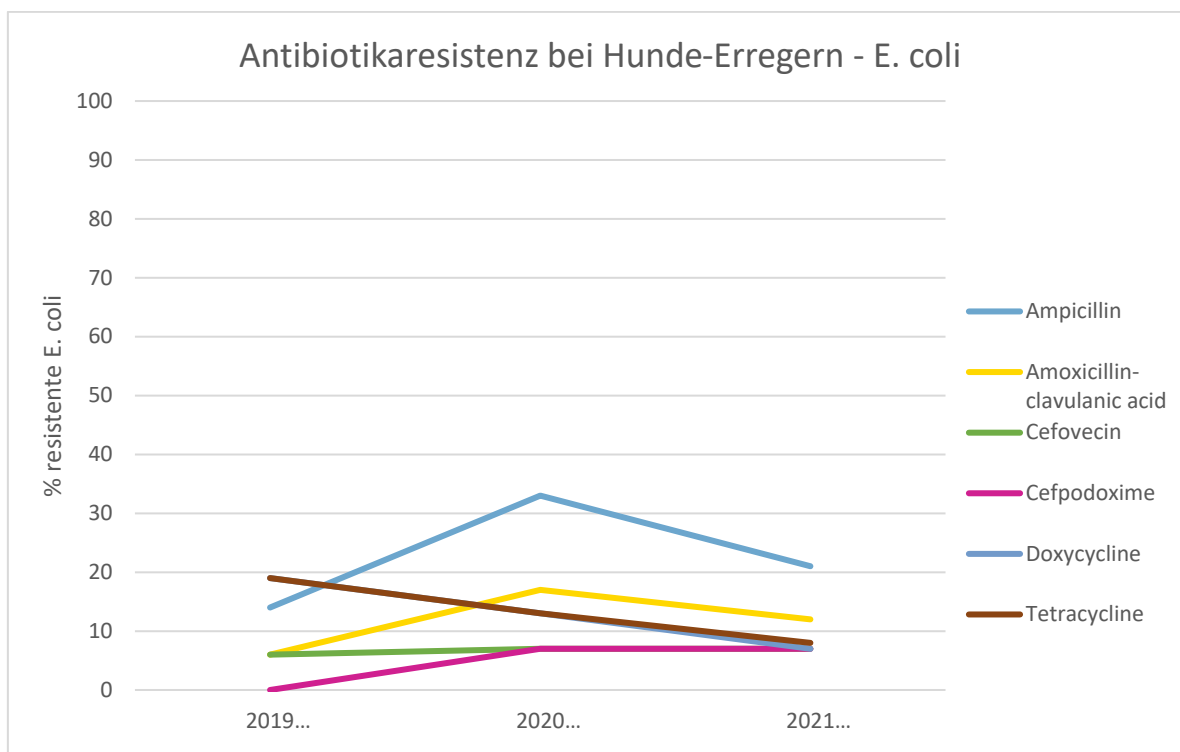


Abb. 3.5: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von *E. coli* aus Urogenitaltrakt-infektionen bei Hunden zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.4 Antibiotikaresistenz bei pathogenen *Escherichia coli* der Katze

Für 95 getestete *E. coli* bei Katzen mit Urogenitaltraktinfektionen wurden in 2021 insgesamt geringe Resistenzraten ermittelt (Ampicillin (8%), Tetracycline (5%), Sulfamethoxazol/Trimethoprim (2%), Amoxicillin/Clavulansäure (2%). (Abb. 3.6). Ein Isolat war resistent gegen Cefovecin. Erstmals in 2021 wurden Resistenzen gegen Fluorchinolone nachgewiesen (2-3%). Zudem erwiesen sich zwei Isolate als resistent gegenüber Imipenem (Carbapenem).

Im Vergleich zu den Daten von 2019 und 2020 gibt es in 2021 hinsichtlich der günstigen Resistenzsituation keine Hinweise auf eine deutliche Veränderung bei pathogenen *E. coli* der Katze. Allerdings zeigt der erstmalige Nachweis von Imipenem-resistenten *E. coli*, dass im Kleintierbereich mit dem Auftreten solcher resistenten Keime gerechnet werden muss.

Die Resistenzsituation für Aminopenicilline als Antibiotika der 1. Wahl bei Katzen ist günstig, ebenso die für Kombinationen von Aminopenicillinen und Beta-Laktamase-Inhibitoren sowie für Sulfamethoxazol/Trimethoprim, weshalb diese weiterhin empfohlen werden können.

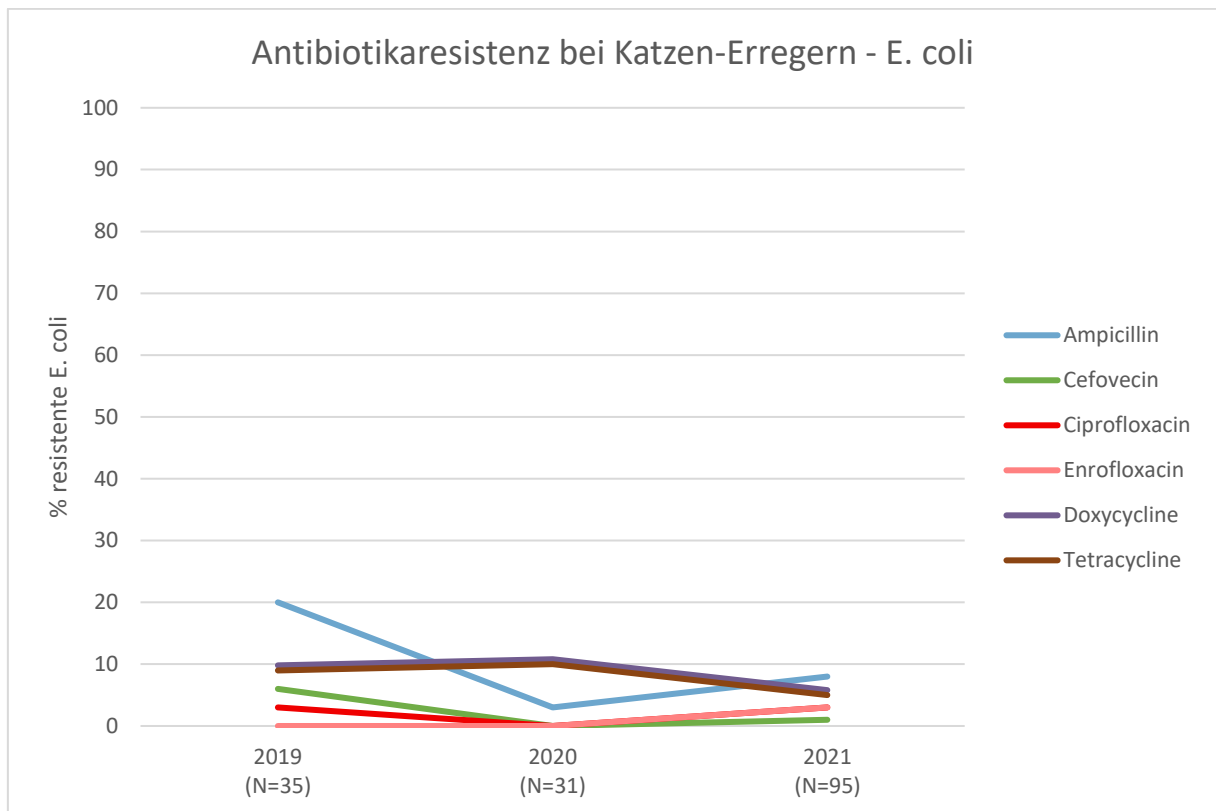


Abb. 3.6: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von *E. coli* aus Urogenitaltraktinfektionen bei Katzen zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.5 Antibiotikaresistenz bei pathogenen *Escherichia coli* des Geflügels

Bei Hühnern wurden bei diversen Indikationen in 2021 94 *E. coli*-Stämme auf Resistenzen überprüft.

Für *E. coli* wurden in 2021 moderate Resistenzraten gegen Enrofloxacin (17%), Ampicillin (13%) und Tetracycline (13%) nachgewiesen. Niedrige Resistenzraten wurden für Sulfamethoxazol/Trimethoprim (4%) sowie für Gentamicin (2%) und Amoxicillin/Clavulansäure (1%) nachgewiesen (Abb. 3.7).

Im Vergleich zu den Daten aus 2019 und 2020 gibt es keine Hinweise auf eine veränderte Resistenzsituation bei pathogenen *E. coli* des Geflügels in 2021.

In Anbetracht der Tatsache, dass Aminopenicilline als Antibiotika der ersten Wahl bei Geflügel empfohlen werden, ist es wichtig die moderaten Resistenzraten gegen Aminopenicilline in Zukunft zumindest halten zu können. Obwohl in Bezug auf die kritischen Antibiotika Enrofloxacin sowie Colistin die festgestellten Resistenzraten niedrig, bzw. 0% sind, sollte der Einsatz dieser Antibiotikaklassen nur in ausgewählten Fällen erfolgen.

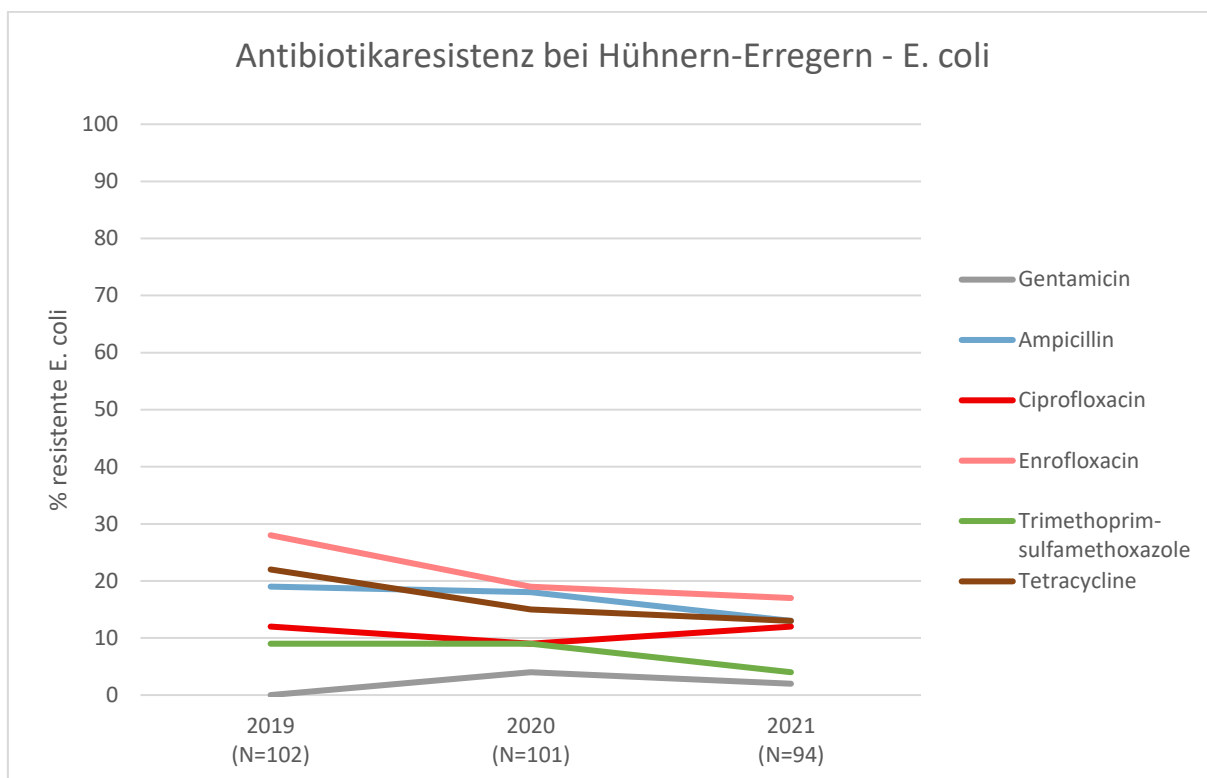


Abb. 3.7: Trends bei der antimikrobiellen Resistenz von pathogenen *E. coli* bei Hühnern zwischen 2019 und 2021 (N= Anzahl getesteter Isolate).

3.6 Diskussion

Im Jahr 2021 wurden insgesamt 722 Isolate von universitären, kantonalen und privaten Veterinärdiagnostiklaboratorien in der Schweiz an das ZOBA eingesandt und dort mittels Mikrodilutionsverfahren auf ihre antimikrobielle Resistenz untersucht. Alle Isolate stammen von klinisch erkrankten Tieren. In 2021 wurden lediglich Isolate von Tieren, welche keine antimikrobielle Behandlung erhalten hatten, untersucht. Da es aber für die Labore sehr schwierig ist, Informationen über den antimikrobiellen Vorbehandlungsstatus zu erhalten, werden seit 2020 Isolate unabhängig von ihrem Vorbehandlungsstatus akzeptiert. In 2020 fiel die Anzahl eingesandter Isolate jedoch teilweise sehr niedrig aus, da die Labore wegen der Corona-Krise zeitweise mit reduzierten personellen Ressourcen arbeiten mussten. Diese Situation hat sich in 2021 deutlich gebessert. Aufgrund dieser Unregelmässigkeiten bei der Einsendung von Isolaten müssen Trends mit Vorsicht interpretiert werden.

Trotzdem können einige Rückschlüsse aus den vorgelegten Resistenzdaten gezogen werden.

Bei den Mastitis-Erregern *S. aureus* und *E. coli* zeigen sich keine signifikanten Veränderungen in den Resistenzraten. Bei *S. uberis* zeigen die erhobenen Resistenzdaten einen Abfall der Resistenzraten gegenüber Penicillin von 2019 zu 2021. Die Empfehlungen zur Behandlung von Mastitiden gemäss Therapieleitfaden können somit weiterhin umgesetzt werden.

Bei *S. pseudintermedius*-Isolaten von Hunden aus dem Jahr 2021 zeigt sich im Vergleich zu den Daten aus 2019 und 2020 hinsichtlich der Resistenzsituation keine grundlegende Änderung, mit Ausnahme der erstmalig in 2021 aufgetretenen Resistenzen gegen Fluorchinolone. Bei *E. coli* aus Urogenitaltraktinfektionen ist gegen Aminopenicilline (Antibiotika der ersten Wahl) sowie bei Kombinationen von diesen mit Beta-Laktamase-Inhibitoren keine Zunahme der Resistenzen zu beobachten. Allerdings ist die Resistenzrate gegenüber Aminopenicillinen mit 21% hoch und die Daten in den nächsten Jahren werden zeigen, ob Anpassungen in Bezug auf die Empfehlungen im Therapieleitfaden erfolgen müssen. Bei pathogenen *E. coli* von Katzen mit Urogenitaltraktinfektionen ist die Resistenzsituation im Hinblick auf die Antibiotika der ersten Wahl weiterhin günstig. Allerdings, erfordert der erstmaligen Nachweis von Carbapenem-resistenten *E. coli* besondere Beachtung.

Bei pathogenen *E. coli* des Geflügels sind die Resistenzraten gegen Aminopenicilline als Antibiotika der ersten Wahl weiterhin auf einem moderaten Level (13%).

Bereits im dritten Jahr der Implementierung bewährt sich das Antibiotikaresistenzmonitoring bei Tierpathogenen als ein taugliches Instrument zur Überprüfung von Antibiotika-Behandlungsempfehlungen bei verschiedenen Tierarten und Indikationen. Für die Zukunft gilt es, die Vollständigkeit und Darstellung der erhobenen Daten zu optimieren und auszuweiten, um noch bessere Rückschlüsse auf die Resistenzsituation von pathogenen Erregern in der Schweizer Tierpopulation erfassen zu können. Ein erleichterter Zugang zu diesen Daten für die Tierärzteschaft sowie für die beteiligten Labore wird eine Aufgabe für die nächste Monitoringperiode sein.

4 Anhang Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin

Tab. 4a.: Vertriebsmengen verschiedener Antibiotika-Wirkstoffklassen in den Jahren 2008 bis 2021

Vertriebsmengen (kg)	Jahr													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aminoglykoside	3'721	3'573	3'222	3'324	3'207	3'124	3'125	3'104	2'997	2'471	2'523	2'465	2'515	2'498
Amphenikole	253	271	258	284	232	202	188	217	273	378	499	571	612	686
Trimethoprim	1'858	1'752	1'704	1'549	1'368	1'148	1'102	904	829	591	608	582	561	676
Penicilline	11'433	10'638	11'210	11'460	10'997	10'875	10'344	10'016	9'694	9'610	9'823	9'785	9'755	9'908
Polymyxine	1'577	1'544	1'489	1'454	1'058	855	773	503	372	328	235	206	148	82
Sulfonamide	29'056	27'261	25'696	23'123	21'556	18'942	17'009	14'959	13'130	10'181	9'292	8'406	6'697	7'148
Tetracycline	16'719	15'559	14'749	13'737	12'043	11'631	10'402	8'683	8'177	6'856	7'218	6'226	6'823	5'793
Andere*	139	135	165	477	318	343	274	227	182	210	152	177	196	146
Cephalosporine	501	520	568	565	542	530	522	495	431	381	363	322	314	306
Cephalosporine 1. / 2. Generation	371	369	387	375	360	347	337	322	298	279	268	249	255	247
Cephalosporine 3. / 4. Generation**	130	151	181	190	181	183	186	173	133	102	94	72	59	59
Fluorchinolone**	433	427	415	394	359	413	404	407	304	228	203	185	178	186
Makrolide**	4'287	4'026	3'828	3'481	3'313	3'112	2'807	2'632	1'988	1'594	1'482	1'183	1'072	973
Total	69'977	65'705	63'305	59'849	54'992	51'176	46'950	42'147	38'377	32'826	32'397	30'108	28'871	28'403
Total kritischer Wirkstoffklassen	4'850	4'603	4'425	4'066	3'853	3'709	3'396	3'212	2'424	1'923	1'780	1'440	1'309	1'219

* Lincosamide, Imidazole, Nitrofurane, Pleuromutiline, Polypeptide ausser Polymyxine (bis 2013), Steroidantibiotika, Chinolone (bis 2014)

** Kritischer Wirkstoffklassen

Tab. 4b.: Vertriebsmengen von Antibiotika für Nutztiere zugelassenen Antibiotikaklassen in den Jahren 2008 bis 2021

Vertriebsmengen (kg)	Jahr													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aminoglykoside	3'688	3'549	3'215	3'317	3'199	3'115	3'114	3'095	2'988	2'462	2'513	2'456	2'495	2'496
Amphenikole	166	176	179	178	168	183	169	199	244	341	463	529	574	608
Cephalosporine	169	203	237	249	237	228	241	234	190	163	162	144	130	139
Cephalosporine 1. / 2. Generation	43	56	61	65	62	52	62	67	64	68	73	78	77	85
Cephalosporine 3. / 4. Generation**	127	147	176	185	175	177	179	166	126	95	88	67	53	54
Trimethoprim	1'854	1'749	1'702	1'548	1'368	1'148	1'102	904	829	591	608	582	561	676
Fluorchinolone**	408	403	388	371	335	384	379	384	282	207	184	169	163	169
Makrolide**	4'265	4'003	3'806	3'459	3'289	3'089	2'784	2'610	1'967	1'574	1'463	1'164	1'056	973
Penicilline	11'047	10'226	10'793	11'023	10'582	10'437	9'893	9'573	9'249	9'143	9'375	9'325	9'318	9'431
Polymyxine	1'577	1'543	1'489	1'454	1'057	854	773	502	372	327	234	206	148	82
Sulfonamide	29'015	27'231	25'672	23'118	21'556	18'942	17'009	14'959	13'130	10'181	9'292	8'406	6'697	7'148
Tetracycline	16'704	15'546	14'746	13'731	12'038	11'626	10'398	8'679	8'172	6'851	7'214	6'222	6'818	5'787
Andere*	97	95	124	438	281	310	241	197	152	181	125	130	118	27
Total	68'990	64'723	62'350	58'886	54'111	50'316	46'103	41'337	37'575	32'020	31'634	29'334	28'078	27'535

* Lincosamide, Pleuromutiline, Chinolone (bis 2014)

** Kritischer Wirkstoffklassen

Tab. 4c.: Vertrieb von Antibiotika für Heimtiere aufgeteilt nach Wirkstoffklassen in den Jahren bis 2008 bis 2021

Vertriebsmengen (kg)	Jahr													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aminoglykoside	33	24	7	7	8	9	10	9	10	9	9	8	20	2
Amphenikole	87	95	79	106	64	20	19	17	29	38	36	42	38	79
Cephalosporine	332	317	331	316	304	302	281	262	241	217	201	177	184	167
Cephalosporine 1. / 2. Generation	328	313	326	310	298	295	275	255	234	211	195	171	178	162
Cephalosporine 3. / 4. Generation**	3	4	5	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6	6
Imidazole	12	12	12	12	12	13	12	12	11	11	10	31	62	102
Fluorchinolone**	25	24	27	23	24	29	25	23	22	21	19	16	15	17
Penicilline	385	412	417	438	415	438	450	443	446	467	448	460	437	477
Sulfonamide	41	30	24	5										
Andere*	72	67	57	56	53	50	49	45	44	43	40	40	37	23
Total	988	982	955	962	881	860	847	810	802	806	763	775	793	867

* Lincosamide, Nitrofurane, Polypeptide, Steroidantibiotika, Tetracycline, Trimethoprim, Makrolide, Polymyxine

** Kritischer Wirkstoffklassen

5 Anhang Antibiotikaresistenzmonitoring Tierpathogene

Tabelle 5a: Resistenzraten von *Staphylococcus aureus*-Isolaten vom Milchrind, Indikation Mastitis, 2019 -2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Aminoglycoside	Gentamicin	0	60	0	[0,6]	0	33	0	[0,10.4]	1	113	1	[0.2,4.8]
Cephalosporin; 3rd generation	Ceftiofur	0	60	0	[0,6]	2	33	6	[1.7,19.6]	1	113	1	[0.2,4.8]
Fluorchinolone	Ciprofloxacin	1	60	2	[0.3,8.9]	1	33	3	[0.5,15.3]	1	113	1	[0.2,4.8]
Folate pathway inhibitor	Trimethoprim-sulfamethoxazole	0	60	0	[0,6]	0	33	0	[0,10.4]	0	113	0	[0,3.3]
Glycopeptide	Vancomycin	0	60	0	[0,6]	0	33	0	[0,10.4]	0	113	0	[0,3.3]
Lincosamide	Pirlimycin	0	60	0	[0,6]	1	33	3	[0.5,15.3]	2	113	2	[0.5,6.2]
Macrolide	Erythromycin	0	60	0	[0,6]	1	33	3	[0.5,15.3]	2	113	2	[0.5,6.2]
Penicillin; Penicillinase-sensitive	Penicillin	5	60	8	[3.6,18.1]	7	33	21	[10.7,37.8]	8	113	7	[3.6,13.4]
Tetracyclin	Tetracycline	2	60	3	[0.9,11.4]	1	33	3	[0.5,15.3]	5	113	4	[1.9,9.9]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *S. aureus* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben

Tabelle 5b: Resistenzraten von *Streptococcus uberis*-Isolaten vom Milchrind, Indikation Mastitis, 2019 -2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Cephalosporin; 3rd generation	Ceftiofur	9	61	15	[8,25.7]	3	54	6	[1.9,15.1]	2	130	2	[0.4,5.4]
Lincosamide	Clindamycin	16	61	26	[16.8,38.4]	5	54	9	[4,19.9]	20	130	15	[10.2,22.6]
Lincosamide	Pirlimycin	13	61	21	[12.9,33.1]	3	54	6	[1.9,15.1]	14	130	11	[6.5,17.3]
Macrolide	Erythromycin	15	61	25	[15.5,36.7]	6	54	11	[5.2,22.2]	13	130	10	[5.9,16.4]
Penicillin; Penicillinase-sensitive	Penicillin	27	61	44	[32.5,56.7]	17	54	31	[20.7,44.7]	18	130	14	[8.9,20.8]
Tetracyclin	Tetracycline	17	61	28	[18.2,40.2]	16	54	30	[19.1,42.8]	37	130	28	[21.4,36.8]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *S. uberis* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben

Tabelle 5c: Resistenzraten von *Escherichia coli*-Isolaten vom Milchrind, Indikation: Mastitis, 2019 -2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Aminoglycoside	Gentamicin	3	51	6	[2,15.9]	0	42	0	[0,8.4]	2	79	3	[0.7,8.8]
Aminopenicillin	Ampicillin	10	51	20	[11,32.5]	5	42	12	[5.2,25]	19	79	24	[16,34.5]
B-Lactam-/b-Lactamase-Inhibitor	Amoxicillin-clavulanic acid	2	51	4	[1.1,13.2]	1	42	2	[0.4,12.3]	2	79	3	[0.7,8.8]
Carbapenem	Imipenem	0	51	0	[0,7]	0	42	0	[0,8.4]	0	79	0	[0,4.6]
Cephalosporin; 3rd generation	Ceftiofur	0	51	0	[0,7]	0	42	0	[0,8.4]	0	79	0	[0,4.6]
Fluorchinolone	Ciprofloxacin	4	51	8	[3.1,18.5]	0	42	0	[0,8.4]	0	79	0	[0,4.6]
Folate pathway inhibitor	Trimethoprim-sulfamethoxazole	6	51	12	[5.5,23.4]	3	42	7	[2.5,19]	12	79	15	[8.9,24.7]
Polymyxin	Colistin	0	51	0	[0,7]	0	42	0	[0,8.4]	0	79	0	[0,4.6]
Tetracyclin	Tetracycline	6	51	12	[5.5,23.4]	5	42	12	[5.2,25]	19	79	24	[16,34.5]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *E. coli* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben

Tabelle 5d: Resistenzraten von *Staphylococcus pseudintermedius*-Isolaten von Hunden, Indikation Haut- und Schleimhautinfektionen, 2019 – 2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Aminoglycoside	Gentamicin	1	22	5	[0.8,21.8]	2	15	13	[3.7,37.9]	5	45	11	[4.8,23.5]
Aminopenicillin	Ampicillin	11	22	50	[30.7,69.3]	8	15	53	[30.1,75.2]	18	45	40	[27,54.5]
B-Lactam-/b-Lactamase-Inhibitor	Amoxicillin-clavulanic acid	2	22	9	[2.5,27.8]	1	15	7	[1.2,29.8]	5	45	11	[4.8,23.5]
Cephalosporin; 3rd generation	Cefovecin	1	22	5	[0.8,21.8]	1	15	7	[1.2,29.8]	5	45	11	[4.8,23.5]
Fluorchinolone	Enrofloxacin	0	22	0	[0,14.9]	0	15	0	[0,20.4]	9	45	20	[10.9,33.8]
Fluorchinolone	Marbofloxacin	0	22	0	[0,14.9]	0	15	0	[0,20.4]	7	45	16	[7.8,28.8]
Folate pathway inhibitor	Trimethoprim-sulfamethoxazole	1	22	5	[0.8,21.8]	1	15	7	[1.2,29.8]	3	45	7	[2.3,17.9]
Lincosamide	Clindamycin	7	22	32	[16.4,52.7]	2	15	13	[3.7,37.9]	12	45	27	[16,41]
Macrolide	Erythromycin	6	22	27	[13.2,48.1]	3	15	20	[7,45.2]	14	45	31	[19.5,45.7]
Tetracyclin	Tetracycline	5	22	23	[10.1,43.4]	3	15	20	[7,45.2]	11	45	24	[14.2,38.7]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *S. pseudintermedius* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben

Tabelle 5e: Resistenzraten von *Escherichia coli*-Isolaten von Hunden, Indikation: Infektionen des Urogenitaltraktes, 2019 – 2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Aminoglycoside	Gentamicin	0	36	0	[0,9.6]	0	30	0	[0,11.3]	2	102	2	[0.5,6.9]
Aminopenicillin	Ampicillin	5	36	14	[6.1,28.7]	10	30	33	[19.2,51.2]	21	102	21	[13.9,29.4]
B-Lactam-/b-Lactamase-Inhibitor	Amoxicillin-clavulanic acid	2	36	6	[1.5,18.1]	5	30	17	[7.3,33.6]	12	102	12	[6.9,19.4]
Cephalosporin; 3rd generation	Cefovecin	2	36	6	[1.5,18.1]	2	30	7	[1.8,21.3]	7	102	7	[3.4,13.5]
Fluorchinolone	Enrofloxacin	6	36	17	[7.9,31.9]	0	30	0	[0,11.3]	10	102	10	[5.4,17.1]
Fluorchinolone	Marbofloxacin	6	36	17	[7.9,31.9]	0	30	0	[0,11.3]	8	102	8	[4,14.7]
Folate pathway inhibitor	Trimethoprim-sulfamethoxazole	5	36	14	[6.1,28.7]	3	30	10	[3.5,25.6]	5	102	5	[2.1,11]
Polymyxin	Colistin	0	36	0	[0,9.6]	0	30	0	[0,11.3]	0	102	0	[0,3.6]
Tetracyclin	Doxycycline	7	36	19	[9.8,35]	4	30	13	[5.3,29.7]	7	102	7	[3.4,13.5]
Tetracyclin	Tetracycline	7	36	19	[9.8,35]	4	30	13	[5.3,29.7]	8	102	8	[4,14.7]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *E. coli* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben

Tabelle 5f: Resistenzraten von *Escherichia coli*-Isolaten von Katzen, Indikation: Infektionen des Urogenitaltraktes, 2019 – 2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Aminoglycoside	Gentamicin	0	36	0	[0,9.6]	0	30	0	[0,11.3]	2	102	2	[0.5,6.9]
Aminoglycoside	Gentamicin	0	35	0	[0,9.9]	0	31	0	[0,11]	0	95	0	[0,3.9]
Aminopenicillin	Ampicillin	7	35	20	[10,35.9]	1	31	3	[0.6,16.2]	8	95	8	[4.3,15.8]
B-Lactam-/b-Lactamase-Inhibitor	Amoxicillin-cla-vulanic acid	2	35	6	[1.6,18.6]	0	31	0	[0,11]	2	95	2	[0.6,7.3]
Cephalosporin; 3rd ge-neration	Cefovecin	2	35	6	[1.6,18.6]	0	31	0	[0,11]	1	95	1	[0.2,5.7]
Fluorchinolone	Enrofloxacin	0	35	0	[0,9.9]	0	31	0	[0,11]	3	95	3	[1.1,8.9]
Fluorchinolone	Marbofloxacin	0	35	0	[0,9.9]	0	31	0	[0,11]	2	95	2	[0.6,7.3]
Folate pathway inhibitor	Trimethoprim-sul-famethoxazole	2	35	6	[1.6,18.6]	0	31	0	[0,11]	2	95	2	[0.6,7.3]
Polymyxin	Colistin	0	35	0	[0,9.9]	0	31	0	[0,11]	0	95	0	[0,3.9]
Tetracyclin	Doxycycline	3	35	9	[3,22.4]	3	31	10	[3.4,24.9]	5	95	5	[2.3,11.7]
Tetracyclin	Tetracycline	3	35	9	[3,22.4]	3	31	10	[3.4,24.9]	5	95	5	[2.3,11.7]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *E. coli* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben

Tabelle 5g: Resistenzraten von *Escherichia coli*-Isolaten des Geflügels, Indikation: verschiedene, 2019 – 2021

Antibiotika Klasse	Antibiotika	2019				2020				2021			
		N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]	N	N tested	%NS	[95% CI]
Aminoglycoside	Gentamicin	0	102	0	[0,3.6]	4	101	4	[1.6,9.7]	2	94	2	[0.6,7.4]
Aminopenicillin	Ampicillin	19	102	19	[12.3,27.3]	18	101	18	[11.6,26.4]	12	94	13	[7.5,21]
B-Lactam-/b-Lactamase-Inhibitor	Amoxicillin-clavulanic acid	1	102	1	[0.2,5.3]	2	101	2	[0.5,6.9]	1	94	1	[0.2,5.8]
Fluorchinolone	Enrofloxacin	29	102	28	[20.6,37.8]	19	101	19	[12.4,27.5]	16	94	17	[10.8,25.9]
Folate pathway inhibitor	Trimethoprim-sulfamethoxazole	9	102	9	[4.7,15.9]	9	101	9	[4.8,16.1]	4	94	4	[1.7,10.4]
Polymyxin	Colistin	1	102	1	[0.2,5.3]	2	101	2	[0.5,6.9]	0	94	0	[0,3.9]
Tetracyclin	Tetracycline	22	102	22	[14.7,30.5]	15	101	15	[9.2,23.1]	12	94	13	[7.5,21]

N tested=Anzahl Proben untersucht; N=Anzahl Proben mit *E. coli* Pathogene; %NS= % nicht empfindliche Proben