

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

**„Paradigmenwechsel im Resistenzmonitoring –  
Nutzung qualitativer Aspekte zur Reduktion des  
Antibiotikaeinsatzes“**

September 2020

**Forschungseinrichtung:** Fachhochschule Südwestfalen  
Fachbereich Agrarwirtschaft  
Lübecker Ring 2  
59494 Soest

Tel.-Nr.: 02921 / 378 3370

Fax-Nr.: 02921 / 378 3200

boelhauve.marc@fh-swf.de

**Projektverantwortlicher:** Prof. Dr. Marc Boelhauve

**Projektlaufzeit:** 01.04.2018 bis 30.09.2019

**Autoren:** Sabrina Burkert  
Marc Boelhauve

Gefördert durch:

**Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,  
Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen**



# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung .....	1
1.1.	Herausforderungen der Digitalisierung von Wirkstoffresistenzen in der Nutztierpraxis.....	1
1.2.	Ziel dieses Forschungsprojektes .....	2
2.	Literaturübersicht .....	4
2.1.	Antibiotikamonitoring und bakterielle Resistenzüberwachung in Deutschland .....	4
2.1.1.	GERMAP und GERM-Vet .....	4
2.1.2.	Ermittlung der betrieblichen Therapiehäufigkeit.....	5
2.1.3.	Staatlich organisierte Erfassung von Abgabemengen von antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln.....	6
2.1.4.	Privatwirtschaftlich organisierte Antibiotikaüberwachung .....	7
2.1.5.	Verbundprojekt: Entwicklung und Einführung eines internetbasierten Fortbildungs- und Datenverwaltungstools zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung (VetMAB) .	7
2.1.6.	VetCAB – Veterinary Consumption of Antibiotics (inkl. VetCAB-Pilot) und VetCAB-Sentinel	8
2.1.7.	Forschungsverbund RESET: ESBL and (fluoro)quinolone resistance in Enterobacteriaceae	9
2.2.	Antibiotika .....	9
2.2.1.	Wirkstoffklassen.....	9
2.3.	Bedeutende bakterielle Erreger in der Schweinehaltung .....	14
2.3.1.	<i>Escherichia coli</i> - Infektionen.....	14
2.3.2.	<i>Clostridium perfringens</i> .....	15
2.3.3.	<i>Streptococcus suis</i> .....	16
2.3.4.	<i>Staphylococcus hyicus</i> .....	16
2.3.5.	<i>Aktinobazillus pleuropneumonie</i> (APP) .....	16
2.3.6.	<i>Bordetella bronchiseptica</i> .....	17
2.3.7.	<i>Pasteurella multocida</i> .....	18
2.3.8.	Glässersche Krankheit .....	18
2.4.	Verarbeitung der Daten für die Nutztierpraxis.....	19
2.4.1.	Datengewinnung, -verarbeitung und Managementhilfen .....	19

2.4.2.	Herausforderungen in der Implementierung von Managementhilfen .....	20
2.4.3.	Technikunterstützte Entscheidungshilfen bei der Antibiotikaauswahl.....	20
3.	Material und Methoden.....	22
3.1.	Datengrundlage und Vorgehensweise der retrospektiven Analysen von Anwendungs- und Abgabebelegen (AuA-Belege).....	22
3.2.	Datengrundlage und Vorgehensweise der retrospektiven Analysen der Untersuchungsberichte	23
3.3.	Anwendungssoftware.....	24
3.4.	Fragebogenbasiertes Interview .....	25
4.	Ergebnisse .....	26
4.1.	Auswertungen der Anwendungs-und Abgabebelege (AuA-Belege) 2016-2018 .....	26
4.2.	Auswertungen der Untersuchungsberichte 2015-2018 .....	32
4.2.1.	Auswertungen der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen 2015-2018 .....	34
4.2.2.	Grenzen bei den Auswertungen der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen 2016-2018..	54
4.3.	Auswertungen des fragebogenbasierten Interviews zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte .....	57
4.4.	Auswertungen des fragebogenbasierten Interviews zur Nutzerfreundlichkeit digitaler Untersuchungsberichte .....	61
4.5.	Anwendungssoftware „MyLabTool“ – Kurzüberblick.....	70
5.	Diskussion.....	71
5.1.	Anzahl Verschreibungen und behandelte Tiere .....	71
5.2.	Antibiotikaresistenzen .....	72
5.3.	Nutzerbetrachtungen der Anwendungssoftware.....	74
6.	Zusammenfassung .....	78
	Literaturverzeichnis.....	80

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Veränderungen der Anzahl an Behandlungen mit verschiedenen Wirkstoffgruppen von 2016 bis 2018.....	28
Tabelle 2: Anzahl der Untersuchungsmaterialien der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen .....	33
Tabelle 3: Vergleich der Layouts zur <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmung des teilnehmenden Labors und der Großtierplatte der DVG.....	36
Tabelle 4: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden.....	39
Tabelle 5: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Bordetella bronchiseptica</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden.....	41
Tabelle 6: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Haemophilus parasuis</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden .....	43
Tabelle 7: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Pasteurella multocida</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden.....	45
Tabelle 8: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Streptococcus suis</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden .....	47
Tabelle 9: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Clostridium perfringens</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden .....	49
Tabelle 10: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen aus <i>Escherichia coli</i> in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden .....	51
Tabelle 11: Veränderungen der <i>in-vitro</i> Wirksamkeit für <i>E. coli</i> von 2015 - 2018 .....	53
Tabelle 12: Vergleich der Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse von Antibiogrammen verwendet wurden .....	56

## Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: prozentuale Verteilung der Wirkstoffgruppen von den ausgestellten AuA-Belege und behandelten Schweinen der Jahre 2016-2018.....	27
Abbildung 2: Anzahl der behandelten Schweine je Wirkstoffklasse pro ausgestellten AuA-Beleg 2016-2018 .....	29
Abbildung 3: Anzahl der behandelten Schweine je Altersklasse pro ausgestellten AuA-Beleg 2016-2018..	30
Abbildung 4: Wirkstoffgruppen von ausgestellten AuA-Belegen 2016 für Saugferkel durch Tierärzte/-innen .....	31
Abbildung 5: Verordnungen an unterschiedliche Altersklassen von Tierärzten und Tierärztinnen .....	32
Abbildung 6: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> .....	38
Abbildung 7: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Bordetella bronchiseptica</i> .....	40
Abbildung 8: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Haemophilus parasuis</i> .....	42
Abbildung 9: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Pasteurella multocida</i> .....	44
Abbildung 10: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Streptococcus suis</i> .....	46
Abbildung 11: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Clostridium perfringens</i> .....	48
Abbildung 12: Ergebnisse der <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen von <i>Escherichia coli</i> .....	50
Abbildung 13: Darstellung der Ergebnisse von <i>in-vitro</i> Wirksamkeiten von Fluorchinolonen gegenüber E. coli in fünf Kreisen in NRW .....	54
Abbildung 14: Antwortverteilung auf die Frage: „Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?“.....	57
Abbildung 15: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie bewerten Sie den äußeren Umfang der aktuellen Untersuchungsaufträge?“ .....	58
Abbildung 16: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie schnell empfinden Sie es, dass der momentane Untersuchungsauftrag ausgefüllt werden kann?“ .....	59
Abbildung 17: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie eine digitale Form der Untersuchungsaufträge, beispielsweise in Form einer App mit automatischer Auswertung bzw. Anzeige der Laborbefunde?“ .....	60
Abbildung 18: Antwortverteilung auf die Frage: „Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?“ .....	62

Abbildung 19: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie übersichtlich ist für Sie der auszufüllende Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	62
Abbildung 20: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie logisch halten Sie den strukturellen Aufbau der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	63
Abbildung 21: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie schnell empfinden Sie es, dass der Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ ausgefüllt werden kann?“	63
Abbildung 22: Antwortverteilung auf die Frage: „Inwiefern hilft das Layout zur Unterstützung der inhaltlichen Abfragen der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	64
Abbildung 23: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie praktikabel ist für Sie das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	64
Abbildung 24: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die Zuordnung der Probe mit Hilfe eines Barcodes zu den Untersuchungsaufträgen in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	65
Abbildung 25: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die digitale Form der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	65
Abbildung 26: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die derzeitige digitale Form der Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“	66
Abbildung 27: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der vorkommenden Bakterien? (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der Häufigkeiten von bestimmten bakteriellen Erregern bei spezifischen Symptomen oder Altersklassen)“	67
Abbildung 28: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der Ergebnisse aus <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen? (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der <i>in-vitro</i> Resistenzgrade bei spezifischen Bakterien)“	68
Abbildung 29: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie wichtig ist für Sie der Laborbefund nach einer bakteriologischen Untersuchung für Ihre weitere Behandlung?“	68
Abbildung 30: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie wichtig sind für Sie die Ergebnisse aus <i>in-vitro</i> Empfindlichkeitsbestimmungen für Ihre weitere Behandlung?“	69
Abbildung 31: Anwendungssoftware „MyLabTool“	70

# 1. Einleitung

## 1.1. Herausforderungen der Digitalisierung von Wirkstoffresistenzen in der Nutztierpraxis

Die in den Tierhaltungen heutzutage gewonnenen Daten in digitaler und nichtdigitaler Form sind zu komplex, zu groß und vor allem zu schwach sortiert („Big data“), so dass diese kaum für Managemententscheidungen nutzbar sind (Christl 2014). In der neueren Definition von „Big data“ werden die Schwerpunkte Datenvolumen, Datengeschwindigkeit (Erzeugung, Transfer und Verfügbarkeit), Bandbreite der Daten, Mehrwert durch diese Daten und die Datensicherheit subsummiert (Peters und Holborn 2017). Vor allem die beiden letzten Punkte sind durch verbesserte Aufbereitung und Zusammenführung dezentraler bzw. isolierter Daten in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus gerückt. Ausgangspunkt dieser Programme, Erweiterungen bestehender Programme bzw. Insellösungen waren die gestiegenen Anforderungen an die Haltung von Tieren, deren Gesundheit – gleichermaßen aber auch Tierschutz- bzw. Tierwohlgedanken sowie die umweltschonendere Produktion von tierischen Erzeugnissen (Milch, Fleisch). Zudem kann ein praktikables Managementtool in der frühzeitigen Prozessfehlerdetektion unterstützend wirken und Arbeitszeit bzw. weitere betriebliche Kosten reduzieren helfen (Clasen 2015). Unter dem Begriff Precision Livestock Farming sollen diese Ansprüche zusammengefasst werden. Bis heute ist keine Technologie am Markt verfügbar, die diese Anforderungen erfüllt. Hinderlich in dieser Umsetzung ist die Zusammenführung einzeltier- bzw. gruppenbezogener Daten in transfertaugliche Daten mit hoher Qualität und deren Integration in übergeordneten Managementsysteme, aus denen sich Handlungsanweisungen benutzergruppengerecht ableiten lassen (Ratschow 2004). Zudem sind die meist (teil-)parallel vorhandenen Programme nicht und nur wenig untereinander kompatibel (Kuhlmann 2008). Zudem müssen die Kosten für die Dateneingabe durch höhere biologische Leistungen oder verringerten Kosten (z.B. Behandlungen, Nutzungsausfall) aufgefangen werden.

Ziel der Softwareentwicklung ist es, eine (meist ökonomische) Anwendung zu entwickeln, die in einer realen Umgebung zuverlässig und effizient funktioniert. Anforderungen an ein solches System sind die Korrektheit (funktional korrekt), die Interoperabilität (Zusammenarbeit mit anderen Systemen), die Zuverlässigkeit (funktioniert immer gleich) und die Nutzerfreundlichkeit (Kroha 1997). Gerade die Nutzerfreundlichkeit ist die einzige Komponente, die der Nutzer direkt bewerten kann – die im Hintergrund laufenden Analysen und Aufbereitung der Daten z.B. für grafische Darstellungen sind nicht bewertbar.

Die bisherigen Ergebnisse zur antimikrobiellen Wirksamkeit von Arzneimitteln stehen dem/r praktizierenden Tierarzt/-ärztin in der konkreten Entscheidungssituation nur in Onlinedatenbanken zur Verfügung, die a) in der Summe statischer Natur sind (z.B. Vetion.de) und b) meist nach Erregern und weniger nach Symptomkomplexen sortiert sind und c) offline nicht verfügbar sind (mangelhafte Netzabdeckung im ländlichen Raum). Zudem ist die Zusammensetzung der Daten nicht ersichtlich (z.B. Alter und Umfang der untersuchten Proben). Bisher gibt es nur eine Untersuchung aus Brasilien (Tuon et al. 2017), die den Einsatz einer mobilen Applikation im Sinn des *Antibiotic stewardship* erfolgreich eingesetzt hat. Ähnliche Untersuchungen in der Veterinärmedizin sind derzeit nicht verfügbar.

Verschiedene fördernde und hemmende Faktoren spielen bei der Entscheidung zur Übernahme einer Innovation durch den Landwirt eine Rolle (Sunding und Zilberman 2001). Vertrauen in längerfristige, kleine



Netzwerken wird dabei als ein Schlüsselfaktor betrachtet (König et al. 2012). Bisherige Untersuchungen zur Übernahmeentscheidung konzentrieren sich in der Landwirtschaft bisher meist auf technisch-mechanischen und technisch-biologischen Fortschritt. Neu in der Diskussion und bisher weniger untersucht sind Akzeptanz- und Übernahmeentscheidungen bei daten- und informationsintensiven Neuerungen und dem damit zusammenhängenden technisch-organisatorischen Fortschritt. Vor dem Hintergrund zunehmender und immer dichter werdender Dokumentationsauflagen für die Landwirtschaft und steigender Datenverfügbarkeit aus verschiedensten Quellen (Wolfert et al. 2017), kommt der Optimierung von Daten- und Informationsflüssen für Managemententscheidungen auf landwirtschaftlichen Betrieben eine wachsende Bedeutung zu (Bennett 2015). Trotz des Wissens um diese grundlegenden Zusammenhänge, gibt es bisher wenige Untersuchungen, die die Einführung und Optimierung von datenbasierten Managementhilfen in der Landwirtschaft. Diese gilt insbesondere für eine Beschreibung der Zusammenarbeit mit dem bestandsbetreuenden Tierarzt in Bezug auf die Begründung (Diagnose) und der Verordnung bzw. der Verabreichung von Antibiotika inkl. einer Beurteilung des Therapieerfolges.

Von besonderer Bedeutung sind dabei auch Überlegungen zum Datenschutz und Datenzugangsberechtigungen (Wolfert et al. 2017), die besonders bei Tiergesundheitsdaten angesichts zunehmender gesellschaftlicher Akzeptanzproblem der Nutztierhaltung ein höchst sensibles Gut darstellen (Fiege et al. 2017). Durch Datenverfügbarkeit bzw. -zugang, veränderte Formen der Zusammenarbeit und basierend auf der Null-Grenzkosten-These in der wissensintensiven Netzwerk-Ökonomie (Rifkin 2014), stellt sich die Frage nach angepassten Nutzungs- und Geschäftsmodellen (Wolfert et al. 2017) und der Rolle der öffentlichen Hand. Bisher sind diese Themen nicht auf den konkreten Fall der umfassenden Datennutzung in der Tiergesundheitsberatung bzw. des rationalen Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung heruntergebrochen; sie erfordern aber Berücksichtigung, wenn hier neue datenbasierte Managementhilfen entwickelt und eingeführt werden sollen. Die bisherigen Bemühungen der Antibiotikareduktion in der Tierhaltung sind mittlerweile an ihre Grenzen gestoßen und es bedarf somit neuerer Mechanismen und Techniken, um eine weitere Reduktion ohne Beeinträchtigung der Tiergesundheit zu erzielen (NRW-Tierärztetag 2017).

## **1.2. Ziel dieses Forschungsprojektes**

Ziel ist es, die Grundlagen die Kenntnisse zur Dynamik der Resistenzentwicklung so zu erweitern, dass kontroverse Diskussionen versachlicht werden können. Trotz aller Diskussion wird die antibiotische Therapie der veterinärmedizinischen Praxis erhalten bleiben müssen, um erkrankte Tiere tierschutzgerecht behandeln zu können. Nichtsdestotrotz sollte diese Therapie nur eine Ergänzung zu den Maßnahmen des präventiven Gesundheitsmanagements bleiben. Ein weiteres Ziel dieses Projektes ist es daher, Antibiotikaresistenzen durch die Verflechtung der Ergebnisse von tierärztlichen Untersuchungen mit jenen der Labore in einer Datenbank zu vereinen und so betriebsanonym eine Auswertung bis auf Landkreisebene zu ermöglichen. Diese Ergebnisse sollen im Idealfall den regional tätigen Tierarztpraxis zügig zurück gespiegelt werden, um für kommende Erkrankungen in Tierbeständen bereits bei der Erstverschreibung die bestmögliche, d.h. wirksame Antibiotikabehandlung zu gewährleisten. Auf Grundlage dieser qualitativen Betrachtung sollten die für eine Meldung in staatliche Datenbanken relevanten Antibiotikamengen noch einmal nachhaltig reduzierbar sein.

Aus diesen Gründen setzt dieses Projekt bei Tierarztpraxen mit softwareunterstützter Erfassung der Kunden, Bestände und Diagnosen an: Durch die Erweiterung des Datenbestandes um überbetriebliche

Resistenzprofile soll eine regionale Auswertung ermöglicht werden. Eine alleinige Erfassung der Resistenzlage mit Daten der Fachlabore hat den Nachteil, dass vor Nutzung der Daten Datenfreigaben der jeweiligen Praxen und landwirtschaftlichen Betriebe eingeholt werden müssen, die Daten nicht mit den Diagnosen und Betrieben korreliert werden können und somit die Regionalität nicht gewährleistet ist. Zudem können Ergebnisse der tierärztlichen mikrobiologischen Eigenlabore nicht erfasst werden.

Mit diesem Projekt kann auf Grundlage eines regionalen und dynamischen Resistenzmonitorings die nächste Phase der Antibiotikaverringerung eingeleitet werden. Dies würde die Verbreitung von Resistenzen in der Umwelt und durch den qualitativ besseren Einsatz auch die Antibiotikamenge quantitativ reduzieren und so die Tierhaltung in eine nachhaltigere, sichere und standortverträglichere Form überführen.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Antibiotikamonitoring und bakterielle Resistenzüberwachung in Deutschland

#### 2.1.1. GERMAP und GERM-Vet

Im Sinne des „One-Health“-Ansatzes der deutschen Antibiotikaresistenzstrategie stehen in Deutschland seit dem Jahr 2008 gemeinsame Berichte über den Verbrauch von antibakteriellen Wirkstoffen und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen aus der Tier- und Humanmedizin zur Verfügung (BVL; Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie 2020). Mit GERMAP 2015 werden die Daten zum vierten Mal veröffentlicht (Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie 2020). Bei den aktuellen Herausgebern handelt es sich um das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und die Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie e. V. (PEG) (Deutsches Zentrum für Infektionsforschung 2016).

Die humanmedizinischen Daten basieren größtenteils aus Studien der PEG, den laborgestützten Surveillance Systemen Antibiotika-Resistenz-Surveillance (ARS), Surveillance der Antibiotikaaanwendung und bakteriellen Resistenzentwicklung auf deutschen Intensivstationen (SARI) und European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net) und den Resistenzdaten der Nationalen Referenzzentren (NRZ) zur Überwachung wichtiger Infektionserreger. Die Summe aller eingesetzten Antibiotika in der Humanmedizin dürfte sich auf ca. 700-800 Tonnen belaufen (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie 2016), wobei vermutlich etwa 85 % im ambulanten Bereich verordnet werden (Vander Stichele et al. 2006; Stiftung Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland 2016). Der Verbrauch von Antibiotika in der Humanmedizin hat sich in den vergangenen Jahren nicht bedeutend verändert (Deutsches Arzneiprüfungsinstitut 2017). Weiterhin wird ein hoher Anteil an Breitspektrum-Antibiotika, besonders von Fluorchinolonen und Cephalosporinen verordnet (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie 2016).

Die Resistenzdaten zu den tierpathogenen Bakterien entstammen vorwiegend den Ergebnissen des nationalen Resistenzmonitorings für tierpathogene Bakterien GERM-Vet, welches vom BVL durchgeführt wird. Seit 2001 wird im Germ-Vet-Monitoringprogramm jährlich die *in-vitro* Empfindlichkeit von Bakterien gegenüber antibakteriellen Wirkstoffen untersucht. Die analysierten Bakterienisolate gehen ausschließlich aus erkrankten Tieren hervor und stammen sowohl von Lebensmittel liefernden Tieren als auch von Heimtieren. Die Untersuchungsergebnisse werden getrennt nach Tierart, Produktionsrichtung, Bakterienspezies und Organsystem dargestellt (BVL 2018).

Aus kranken Schweinen isolierte *Bordetella-bronchispetica*-Stämme wiesen hohe MHK-Werte gegenüber den meisten getesteten  $\beta$ -Lactamantibiotika auf. Auch gegenüber Marbofloxacin zeigte sich ein hoher MHK-Wert. Gegenüber Florfenicol waren 88% dieser Stämme intermediär-resistent. Eine gute Wirksamkeit und damit ein niedriger MHK-Wert zeigte sich gegenüber Enrofloxacin. *Pasteurella multocida* und *Actinobacillus pleuropneumoniae* wiesen eine gute *in-vitro* Empfindlichkeit gegenüber den neueren Wirkstoffen auf. Die untersuchten *Escherichia-coli*-Stämme wiesen gegenüber Wirkstoffkombination aus Amoxicillin und Clavulansäure bei Ferkeln und Mastschweinen *in-vitro* Resistenzraten von bis zu 70% auf, wobei bei Läufern eine *in-vitro* Empfindlichkeit von 100 % festgestellt wurde (BVL 2018).

Zusätzlich zu den Resistenzdaten werden bundesweite Daten zu den Abgabemengen von Antibiotika von pharmazeutischen Unternehmen und Großhändler an Tierärzte und Tierärztinnen, gemäß Arzneimittelgesetz (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019) und der Verordnung über das datenbankgestützte Informationssystem über Arzneimittel des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2018a) in diesen Berichten zusammengefasst (Wallmann et al. 2019b; Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie 2016). Da antibakteriell wirksame Medikamente für diverse Tierarten zugelassen sind, besteht keine Möglichkeit, einen Zusammenhang zwischen den ermittelten Resistenzdaten und den Daten zu den Abgabemengen zu generieren (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie 2016).

### 2.1.2. Ermittlung der betrieblichen Therapiehäufigkeit

Gemäß der Änderung des Arzneimittelgesetzes (16. AMG-Novelle) zum April 2014 muss laut §58a u.a. die Haltung von Schweinen der zuständigen Überwachungsbehörde mitgeteilt werden. Dies ist für Personen, die Schweine zum Zweck der Mast halten, ab dem Zeitpunkt des Absetzens vom Muttertier verpflichtend (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019).

Im Sinne des §58b müssen mitteilungspflichtige Betriebe halbjährlich gewisse Informationen über jede erbrachte Behandlung mit einem antibakteriell wirksamen Stoff an die zuständige Kreisbehörde melden. Zu den Informationen zählen u.a. die Bezeichnung des angewendeten Medikaments, die Anzahl der behandelten Tiere, die Anzahl der Behandlungstage, die gesamte Menge der angewendeten Arzneimittel und für jedes Halbjahr die Anzahl der Tiere (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019).

Gemäß § 58c wird mit diesen Angaben halbjährlich die durchschnittliche Anzahl an Behandlungen mit antibakteriellen Wirkstoffen in Form der Therapiehäufigkeit von der zuständigen Kreisbehörde berechnet. Laut §58 c Absatz 5 informiert die Behörde informiert die Tierhalter und Tierhalterinnen über die individuelle betriebliche Therapiehäufigkeit. Danach wird die jeweils ermittelte halbjährliche betriebliche Therapiehäufigkeit in anonymisierter Form von der zuständigen Behörde an das BVL übermittelt (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019).

Im § 58c Absatz 4 ist festgesetzt, dass das BVL aus den bundesweit übermittelten Daten zur Therapiehäufigkeit die Kennzahl 1 und die Kennzahl 2 bildet. Die Kennzahl 1 entspricht dem Median, also dem Wert, unter welchem 50 % aller erfassten halbjährlichen Therapiehäufigkeiten fallen. Die Kennzahl 2 wird aus dem dritten Quartil gebildet. Dieser steht für den Anteil, unter welchem sich 75 % aller erfassten halbjährlichen Therapiehäufigkeiten befinden. Unter Rücksichtnahme der Nutzungsart werden beide Kennzahlen vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit im Bundesanzeiger veröffentlicht (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019).

Im §58d wird festgesetzt, dass der Tierhalter oder die Tierhalterin feststellen muss, ob die individuelle betriebliche Therapiehäufigkeit oberhalb der Kennzahl 1 oder der Kennzahl 2 der bundesweiten Therapiehäufigkeit liegt. Diese Information muss in den betrieblichen Unterlagen vermerkt werden. Bei Überschreitung der Kennzahl 1 der bundesweiten Therapiehäufigkeit, ist der Tierhalter oder die Tierhalterin verpflichtet, zusammen mit einem Tierarzt oder einer Tierärztin, die möglichen Gründe hierfür

zu ermitteln und eine Verringerung der Behandlung mit antibakteriellen Wirkstoffen zu prüfen. Bei Überschreitung der Kennzahl 2 der bundesweiten Therapiehäufigkeit, muss der Tierhalter oder die Tierhalterin auf der Basis einer tierärztlichen Konsultation einen Plan für die zuständige Behörde verschriftlichen, der Maßnahmen zur Reduktion der antibakteriellen Behandlungen beinhaltet. Bestehen daraufhin Möglichkeiten zur Senkung der Antibiotikabehandlungen, muss der Tierhalter oder die Tierhalterin unter Gewährung einer notwendigen arzneilichen Versorgung der Tiere die Maßnahmen zur Verringerung ergreifen. Falls es für die Reduktion der Behandlungen mit antibakteriell wirksamen Stoffen notwendig ist, ist die zuständige Behörde befähigt, den Tierhaltenden verschiedenste Änderungen anzuordnen. Die Änderungen können die Ausstattung und Hygiene der Ställe, aber auch die Anordnung von Impfungen beinhalten. Werden diese Forderungen nicht befolgt und liegt deswegen die festgestellte halbjährliche betriebliche Therapiehäufigkeit wiederholt oberhalb der Kennzahl 2, kann die zuständige Behörde zeitweise das Ruhen der Tierhaltung anordnen (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019).

### 2.1.3. Staatlich organisierte Erfassung von Abgabemengen von antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln

Gemäß Arzneimittelgesetz und DIMDI-Arzneimittelverordnung sind pharmazeutische Großhändler und Unternehmer seit 2011 verpflichtet, u.a. Daten über die Abgabe von antibakteriell wirksamen Arzneimitteln an Tierärzte und Tierärztinnen an das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information zu übermitteln (Wallmann et al. 2019b). Zu den Daten gehören u.a. die Zulassungsnummer des abgegebenen antibakteriell wirkenden Medikaments, sowie dessen abgegebene Menge innerhalb eines Jahres, wobei diese nach den ersten beiden Ziffern der Postleitzahl der Adresse des jeweiligen Veterinärmediziners und der jeweiligen Veterinärmedizinerin differenziert wird. Die pharmazeutischen Unternehmen und Großhändler tragen Verantwortung für die Vollständigkeit und Korrektheit der zu übermittelnden Daten (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019)(Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2018a).

Nach formalen und inhaltlichen Validierungsschritten durch das *Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information* und dem BVL (BMEL), werden Abgabemengen zu antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln, differenziert nach Wirkstoff, Wirkstoffklasse und Abgaberegion durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit analysiert (Wallmann et al. 2019b). Die Resultate der Untersuchungen werden vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit in Form von Pressemitteilungen und Veröffentlichungen bekannt gegeben ([https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/05\\_tierarzneimittel/2019/2019\\_07\\_25\\_PI\\_Antibiotikaabgabe.html](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/05_tierarzneimittel/2019/2019_07_25_PI_Antibiotikaabgabe.html)). Zusätzlich meldet das BVL beispielsweise jährlich die Antibiotika-Abgabemengen an das Projekt European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption (ESVAC), welches seit 2009 durch die Europäische Arzneimittelagentur (European Medicines Agency, EMA) auf Verlangen der Europäischen Kommission existiert, wegweisend einer einheitlichen tiermedizinischen Datensammlung und –meldung in den verschiedenen Staaten Europas. (BVL)

Laut der Pressemitteilung des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit sind die Abgabemengen antibakteriell wirksamer Arzneimittel an Tierärzte und Tierärztinnen zwischen 2011 und 2018 um 57,6% gesunken (BVL 2019a). Von den insgesamt 722 Tonnen Antibiotika, die im Jahr 2018 an Tierärzte und Tierärztinnen abgegeben wurden, wurden hauptsächlich Penicilline (38%) und Tetracycline (25%), gefolgt von Polypeptidantibiotika (10%), Sulfonamiden (9%) und Makroliden (8%) ausgehändigt. Die

Menge an abgegebenen Fluorchinolonen (7,7 Tonnen) und Cephalosporinen der 3. & 4. Generation (1,8 Tonnen), für deren Verwendung seit der Änderung der Tierärztlichen Hausapothekenverordnung (TÄHAV) (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) eine Antibiotigrammpflicht besteht, liegt erstmals unter dem Wert der ersten Erfassung der Abgabemengen im Jahr 2011. (BVL 2019a; Wallmann et al. 2019b)

#### 2.1.4. Privatwirtschaftlich organisierte Antibiotikaüberwachung

Im Jahr 2012 wurde das Antibiotikamonitoring von QS Qualität und Sicherheit GmbH (QS) u.a. für schweinehaltende Betriebe eingeführt. Im Jahr 2014 wurde das System um die Möglichkeit zur Erfassung der Antibiotikaverordnungen für die Altersklasse der Saugferkel, Aufzuchtferkel und Sauen ergänzt. Als überbetriebliche Datengrundlage dienen Arzneimittelanwendungs- und Abgabebelege von Tierärzten und Tierärztinnen, die in einer zentralen Datenbank gespeichert werden (QS Qualität und Sicherheit GmbH 2020a).

Mit Hilfe dieses Monitorings, soll der Einsatz antibakterieller Stoffe in der Nutztierhaltung zu reduziert und das Risiko der Resistenzentwicklung zu mindern (QS Qualität und Sicherheit GmbH). Für alle schweinehaltenden Betriebe, die Mitglied im QS-System sind, besteht die Pflicht zur Teilnahme am Antibiotikamonitoring (QS Qualität und Sicherheit GmbH 2020b). Die Tierhalter tragen Verantwortung für die Vollständigkeit und Korrektheit der Angaben bezüglich ihrer Stamm- und Produktionsdaten und der Angaben bezüglich der Antibiotikaanwendungen und –abgaben in ihrem Betrieb (QS Qualität und Sicherheit GmbH 2020b). Ebenfalls muss der Tierhalter aktiv melden, wenn in einem halben Kalenderhalbjahr keine antibakteriell wirksamen Stoffe angewendet wurden (sogenannte „Nullmeldung“) (QS Qualität und Sicherheit GmbH 2019). Die Daten der tierhaltenden Betriebe werden sowohl betriebsintern als auch kumuliert überbetrieblich analysiert. So können Tierhalter und Tierhalterinnen die Situation zum Antibiotikaeinsatz im Betrieb sowie den Vergleich mit den gesamten im QS-System registrierten schweinehaltenden Betrieben einschätzen (QS Qualität und Sicherheit GmbH 2020b).

Bei den Analysen wird der Therapieindex berechnet und eine Trendanalyse durchgeführt. Beide Werte beschreiben, wie viele Behandlungseinheiten je Tier durchschnittlich in einem Zeitraum angewendet wurden und werden einzeln für jede VVVO-Nummer und jede Altersklasse getrennt berechnet. Für Fluorchinolone und Cephalosporine der 3. & 4. Generation wird ein gesonderter Therapieindex berechnet (QS Qualität und Sicherheit GmbH 2020b, 2018).

#### 2.1.5. Verbundprojekt: Entwicklung und Einführung eines internetbasierten Fortbildungs- und Datenverwaltungstools zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung (VetMAB)

Eine Intention dieses Forschungsprojektes, welches in den Jahren 2014-2017 bearbeitet wurde, war es, ein interaktives E-Learning-System zu entwickeln, s. d. es Tierärzten und Tierärztinnen ermöglicht wird, sich zeit- und ortsunabhängig zum verantwortungsvollen und rationalen Einsatz von Antibiotika im Nutztierbereich fortzubilden (Bundestierärztekammer; Bundestierärztekammer. et al. 2019).

In den Grundlagenmodulen werden Details über antibakterielle Wirkstoffe, die Entstehung bzw. Selektion und Verbreitung von Resistenzen, Besonderheiten der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung, sowie rechtliche Vorschriften und Leitlinien vermittelt. Zusätzlich gibt es für Rinder, Schweine und Geflügel

tierartspezifische Module, in denen u.a. virtuelle Betriebsrundgänge, sowie Übungen anhand von Beispielbetrieben angeboten werden (Bundestierärztekammer. et al. 2019).

Ein weiteres Ziel war die Entwicklung eines Resistenzmonitoringtools in Form eines Datenbanksystems (Bundestierärztekammer; Bundestierärztekammer. et al. 2019, ). Dort können betriebsindividuelle Resistenzsituationen der Bakterien von den teilnehmenden Tierärzten und Tierärztinnen erfasst werden, indem Ergebnisse der *in-vitro* Resistenztestung archiviert werden. Außerdem können Interpretationshilfen in Anspruch genommen werden. Die spezifischen Daten können lediglich von dem Tierarzt oder der Tierärztin eingesehen werden, welcher oder welche die Ergebnisse der *in-vitro* Resistenztestung eingetragen hat (Bundestierärztekammer. et al. 2019, ).

#### 2.1.6. VetCAB – Veterinary Consumption of Antibiotics (inkl. VetCAB-Pilot) und VetCAB-Sentinel

Nachdem in den Jahren 2007 und 2008 eine Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde (TiHo Hannover & BfR 2014b), war die Intention von VetCAB-Pilot, Details über eingesetzte antimikrobielle Wirkstoffe und die Häufigkeiten von Behandlungen mit diesen Arzneimitteln in einer repräsentativen Stichprobe deutscher Tierhaltungen zu erfahren (TiHo Hannover & BfR 2014a, 2014c). Dazu wurden im Kalenderjahr 2011 mehr als 70.000 Anwendungs- und Abgabebelege aus 810 rinderhaltenden Betrieben, 500 schweinehaltenden Betriebe und 33 Broilermastbetrieben analysiert (TiHo Hannover & BfR 2014c).

Insgesamt wurden in dieser Studie 20.375 kg antibakteriell wirksame Stoffe zur Behandlung von Schweinen eingesetzt. Mengenmäßig wurde hauptsächlich die Wirkstoffgruppe der Tetracykline bei Schweinen angewendet. Danach folgte die Klasse der  $\beta$ -Laktame, gefolgt von potenzierten Sulfonamiden. Dagegen befanden sich im Hinblick auf die Einzelgaben die  $\beta$ -Laktame an der Spitze. An zweiter Stelle standen Polypeptide, welche sich vor der Gruppe der Tetracykline aufhielten. Auch bei der Wirkstoffgruppe der Makrolide wurden häufig Einzelgaben verabreicht. Wobei Fenicol, Cephalosporine und Lincosamide kaum eingesetzt wurden (van Rennings et al. 2013).

Seit 2013 wird dieses Projekt mit der Studie VetCAB-Sentinel durch die Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover fortgesetzt, um zu beurteilen, ob sich die dokumentierten antibakteriellen Stoffe in ihrer eingesetzten Menge und Häufigkeit zukünftig verändern. Zur Basis der Daten gehören neben den Anwendungs- und Abgabebelegen und den Bestandsbüchern, erstmals auch die Verschreibungen von Fütterungsarzneimitteln. So soll der Einsatz antibakteriell wirksamer Medikamente kontinuierlich dokumentiert und analysiert werden. Diese Daten können sowohl für das Erkennen von Trends des Antibiotikaeinsatzes, als auch zur Vernetzung der Daten zur Resistenzentwicklung dienen. In Zukunft sollen die Daten helfen, den Einfluss des Antibiotikaeinsatzes auf die Resistenzentwicklung von Bakterien gegenüber antibakteriell wirksamen Stoffen abzuschätzen und Grundlagen für Empfehlungen gegen eine weitere Resistenzentwicklung zu liefern (TiHo Hannover & BfR 2014b).

Als Beurteilungsgröße wird die Therapiehäufigkeit verwendet. Diese Größe wird als Anzahl der behandelten Tiere pro Tag und Wirkstoff im Vergleich zu allen Tieren im Bestand verstanden. Die Anzahl der Stallplätze wird in diesem Projekt als Bezugswert benutzt. Beim Saugferkel und Mastschwein wurde die kontinuierliche Abnahme der ermittelten Therapiehäufigkeiten in den Jahren 2011-2014 berechnet. Während beim Mastschwein 2011 der Median von über fünf analysiert wurde, reduzierte sich die Therapiehäufigkeit im Jahr 2014 auf eins. Auch beim Saugferkel nahm die Therapiehäufigkeit ab. Bei allen

analysierten Nutzungsarten nahm während des Betrachtungszeitraums der Anteil der Betriebe zu, die keine antibakterielle Therapie benötigten (Hemme et al. 2016).

### 2.1.7. Forschungsverbund RESET: ESBL and (fluoro)quinolone resistance in Enterobacteriaceae

Im Projekt, welches zwischen den Jahren 2010 bis 2017 gefördert wurde (TiHo Hannover 2017b), wurden Resistenzgene und Resistenzmechanismen von Enterobakterien gegenüber antibakteriell wirksamen Stoffen auf molekularer Ebene untersucht (TiHo Hannover 2018). Es wurden v.a. Bakterien betrachtet, welche gegen  $\beta$ -Laktam-Antibiotika und (Fluor)chinolone resistent sind. Somit wurde das Vorkommen antibiotikaresistenter Bakterien, deren Herkunft und deren Übertragungswege erforscht (TiHo Hannover 2018). Neben der Erarbeitung von Empfehlungen für die klinische Praxis, zählten sowohl die Standardisierung der Antibiotika-Resistenzdiagnostik sowie die Erarbeitung von international anerkannten Durchführungsvorschriften zur *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung zu den Zielen der Studie (TiHo Hannover 2017b).

Zu den Ergebnissen zählen u.a., dass bei etwa 85% der besuchten schweinehaltenden Betriebe Proben mit ESBL- bzw. AmpC produzierenden *E. coli* nachgewiesen wurden. Zusätzlich gelang erstmalig der Nachweis dafür, dass sich ESBL-Klone wechselseitig zwischen Tier, Mensch und Umwelt austauschen. Es wurde dargelegt, dass unabhängig von der Applikationsmethode bei Behandlungen von Tiergruppen mit antibakteriell wirksamen Stoffen, eine Weitergabe in die direkte Umgebung der Tiere stattfindet. Außerdem können auch bei unbehandelten Tiergruppen ESBL-*E. coli* mit hohen Einzeltierprävalenzen gefunden werden. Als Ursache werden vorhandene ESBL-*E. coli* trotz intensiver Reinigung und Desinfektion bei Einstellung der Tiere vermutet (TiHo Hannover 2017a).

## 2.2. Antibiotika

### 2.2.1. Wirkstoffklassen

#### 2.2.1.1. $\beta$ -Lactamantibiotika

Zu den  $\beta$ -Lactamantibiotika zählt die Gruppe der Penicilline, Cephalosporine, Carbapeneme und Monobactame, wobei die beiden letztgenannten keine Rolle in der Veterinärmedizin spielen (Frey et al. 2010). Alle  $\beta$ -Lactamantibiotika basieren auf dem gleichen Wirkungsmechanismus. Sie hemmen die Synthese des Peptidoglykans (Fauler 2014). Peptidoglykan wird zum Aufbau der Mureinschicht benötigt, um der Bakterienzelle Stabilität zu geben (Vollmer 2015). Murein existiert zwar nicht in der Säugetierzellmembran (Suerbaum et al. 2012; Dmitriev et al. 2003), doch besitzen grampositive Bakterien eine dickere Mureinschicht als gramnegative Bakterien (Gressner und Gressner O.A. 2019). Zusätzlich beruht die Wirkung dieser bakteriziden Stoffe auf einer kovalenten Bindung an Penicillin-bindende Proteine (PBP) (Frère und Page 2014). Bei sensiblen Erregern gilt diese Gruppe von Antibiotika als Mittel der Wahl, da sie sich durch eine gute bakterizide Wirksamkeit und eine geringe Toxizität auszeichnen (Potschka et al. 2014g).  $\beta$ -Lactamantibiotika heben die Wirkung von Aminoglykosidantibiotika auf (Tennant 1999).

Benzylpenicillin wurde bereits 1940 klinisch erprobt (Trolldenier 1977). Durch die säurelabile Eigenschaft des besonders gegen grampositive Bakterien wirkenden Stoffes, wird das Arzneimittel nach oraler Gabe durch die Magensäure zerstört (Potschka et al. 2014g). Benzylpenicillin verteilt sich überwiegend



extrazellulär, wobei in Gelenken, Lunge, Perikard, Pleuralraum, Knochenmark, Pankreas und Milz lediglich geringe Konzentrationen zu finden sind (Potschka et al. 2014g).

Als Breitspektrumantibiotikum zeigt Amoxicillin im Vergleich zu Benzylpenicillin eine geringere Wirksamkeit gegenüber grampositiven, aber eine erhöhte Wirksamkeit gegenüber gramnegativen Bakterien (Potschka et al. 2014g). Aufgrund ihrer guten Verträglichkeit wird dieser Wirkstoff besonders zur Behandlung von Erkrankungen des Respirations- (Cox et al. 1989), Urogenital- (Harvey und Hunter 1999) und Gastrointestinaltrakts (Pérez-Lozano et al. 2006) eingesetzt. Außerdem werden hohe Konzentrationen des Wirkstoffes in Lunge, Niere, Urin, Leber, Galle, Muskel und in der pleuralen, peritonealen und synovialen Flüssigkeit erreicht (Plumb 2002). Amoxicillin kann mit dem  $\beta$ -Laktamase-Hemmer Clavulansäure kombiniert werden, falls eine Resistenz gegenüber Amoxicillin besteht (Potschka et al. 2014g). Cephalosporine werden aufgrund ihrer *in-vitro* Aktivität als Substanzen der 1. – 4. Generation klassifiziert (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology 2019a; Plumb 2002; Williams et al. 1988; Caprile 1988). Bei sich im Wachstum befindenden sensiblen Keimen wirken Cephalosporine bakterizid (Plumb 2002). Cephalosporine können nach mehrwöchiger Gabe nephrotoxisch wirken, daher sollte die Kombination mit beispielsweise Aminoglykosiden vermieden werden (Potschka et al. 2014g).

Ceftiofur gehört zur Gruppe der Cephalosporine der 3. Generation (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology 2019b). Dieser antibakterielle Wirkstoff zeigt ein breites Wirkspektrum (Plumb 2002; Yancey et al. 1987). Es ist als Injektionslösung für Schweine zur Behandlung von Atemwegsinfektionen, die durch *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Haemophilus parasuis* und *Streptococcus suis* ausgelöst wurden, verfügbar (Potschka et al. 2014g). Weitere Indikationen sind durch *Streptococcus suis* ausgelöste Septikämien, Polyarthritiden und Polyserositiden (Potschka et al. 2014g). Cefquinom zählt zur Gruppe der Cephalosporine der 4. Generation (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology 2019c). Es zeichnet sich durch eine hohe Penetrationsfähigkeit durch die besonders gramnegative bakterielle Zellmembran (Shpigel et al. 1997). Es kann bei Schweinen zur Behandlung von bakteriellen Atemwegsinfektionen, die durch *Pasteurella multocida*, *Haemophilus parasuis*, *Actinobacillus pleuropneumoniae* und *Streptococcus suis* verursacht sind, angewendet werden, sowie u.a. zur Behandlung des Mastitis-Metritis-Agalaktie Syndroms, zur Behandlung von Arthritis, welche beispielsweise durch *Streptococcus spp.* oder *E. coli* ausgelöst wurden und zur Behandlung von *Staphylococcus hyicus* verursachte Epidermitis eingesetzt werden (Potschka et al. 2014g).

#### 2.2.1.2. Fluorchinolone

Früher wurden Fluorchinolone als Gyrasehemmer bezeichnet (Medizinische Medien Informations GmbH 2020). Die Wirkung der Fluorchinolone beruht auf der Hemmung bakterieller Topoisomerasen (Krah 2006; Kroker et al. 2010a; Potschka et al. 2014c). Diese Topoisomerasen bewirken u.a. die Aufspaltung und Wiederverknüpfung der bakteriellen DNA-Stränge, s. d. Replikation und Transkription ablaufen können (Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH (Hg.) 1999; Potschka et al. 2014c; Kroker et al. 2010a). Diese antibakteriell wirkenden Stoffe agieren sowohl gegen gramnegative als auch grampositive Bakterien (Ludwig & Schuler 2018). Diese Wirkstoffgruppe soll ausschließlich nach abgesicherter Diagnose, sowie nach *in-vitro* Resistenzbestimmung angewendet werden (Potschka et al. 2014c; Kroker et al. 2010a). Fluorchinolone verteilen sich gut im Gewebe, weshalb sie zur Behandlung von Harnwegs-, Knochen-, Gelenks- und Atemwegsinfekten besonders geeignet sind (Potschka et al. 2014c). Als Nebenwirkungen sind Störungen des Gastrointestinaltrakts sowie zentralnervöse Störungen zu nennen. Außerdem kann die

Anwendung zu Haematopoesestörungen, zur Photosensibilisierung und zu chondrotoxischen Effekten führen (Kroker et al. 2010a; Potschka et al. 2014c).

Enrofloxacin ist beim Schwein zur Behandlung bakterieller Infektionen des Digestions- und Respirationstrakts, sowie zur Metritis-Mastitis-Agalaktie Therapie indiziert (Potschka et al. 2014c; Anadón et al. 1999; Bauditz 1987).

Schweine können bei Infektionen des Respirationstrakts sowie beim Metritis-Mastitis-Agalaktie-Syndrom mit Marbofloxacin behandelt werden (Potschka et al. 2014c; Frazier et al. 2000; Anadón et al. 2002).

Die Anwendung von Danofloxacin bei Schweinen ist zur Therapie von bakteriellen Infektionen des Respirations- und Gastrointestinaltrakts indiziert (Kroker et al. 2010a; McKellar et al. 1999; Lindecrona et al. 2000; Potschka et al. 2014c).

#### 2.2.1.3. Makrolide

Die bakteriostatisch und in hohen Konzentrationen bakterizid wirkenden Makrolide hemmen die bakterielle Proteinsynthese durch Bindung an die 50-S-Untereinheit der Ribosomen, indem sie kovalent an Proteine des Peptidyltransferase-Zentrums binden (Potschka et al. 2014e). Das Wirkungsspektrum umfasst grampositive und einige gramnegative Erreger, sowie zellwandlose Bakterien (Koch 1998; Kroker et al. 2010e; Potschka et al. 2014e). Ihr Verteilungsvolumen im Gewebe ist hoch (Bundestierärztekammer 2015). Besonders hohe Konzentrationen werden in der Lunge erreicht (Vetsuisse-Fakultät und Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte 2019), weswegen diese Wirkgruppe hauptsächlich für Atemwegsinfektionen eingesetzt werden (Potschka et al. 2014e). Als Nebenwirkungen sind besonders kardiovaskuläre Störungen zu beachten (Potschka et al. 2014e; Kroker et al. 2010e).

Erythromycin wird zur Behandlung von Mykoplasmosen, respiratorischen und urogenitalen Infektionen, Knochenmarksinfektionen, Pyodermien, Dysenterien, Metritiden und Mastitiden eingesetzt (Potschka et al. 2014e).

Tylosin wird bei Schweinen hauptsächlich zur Behandlung von Mykoplasmen-induzierten Atemwegsinfektionen und Infektionen des Gastrointestinaltrakts, welche durch *Brachyspira* und *Lawsonia* verursacht werden, eingesetzt (Potschka et al. 2014e; Harvey et al. 1995; Spoo und Riviere 1995; Yonkers et al. 1979; McOrist et al. 1997).

Die Anwendung des antibakteriellen Wirkstoffes Tilmicosin ist bei Schweinen zur Behandlung von Pneumonien, die durch *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis* und *Pasteurella multocida* hervorgerufen werden, indiziert (Spoo und Riviere 1995; Potschka et al. 2014e; Binder et al. 1993; Modric et al. 1998; Moore et al. 1996).

Tildipirosin wird bei Schweinen zur Behandlung von Infektionen des Respirationstrakts, welche durch *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica* und *Haemophilus parasuis* verursacht wurden, angewendet (Potschka et al. 2014e).

Die Anwendung von Tulathromycin bei Schweinen ist indiziert bei bakteriellen Atemwegsinfektionen, welche durch *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Pasteurella multocida*, *Haemophilus parasuis* und *Mycoplasma hyopneumoniae* ausgelöst wurden (Benchaoui et al. 2004; Norcia et al. 2004; Hart et al. 2006; Potschka et al. 2014e).

#### 2.2.1.4. Tetracykline

Bakteriostatisch wirkende Tetracykline binden an die 30s-Untereinheit der Ribosomen. Dadurch wird die Bindung der tRNA an die Akzeptorregion der Ribosomen gehemmt und somit die Proteinsynthese gehemmt (Joshi und Miller 1997; Kroker et al. 2010i; Potschka et al. 2014i). Durch die zusätzlich geringe Affinität zu eukaryotischen Ribosomen, ist die therapeutische Breite bei längerer Anwendung oder bei hohen Dosierungen eingeschränkt (Kroker et al. 2010i). Zu den Nebenwirkungen gehören u.a. Kreislaufstörungen, gastrointestinale Störungen und phototoxische Effekte auftreten (Kroker et al. 2010i; Potschka et al. 2014i).

Bei als sensibel bewerteten Erregern können Chlortetracyklin, Oxytetracyklin und Tetracyklin zur oralen Anwendung bei Bronchopneumonien, Erkrankungen des Urogenitaltrakts, Puerperalerkrankungen und Dermatitis verwendet werden (Potschka et al. 2014i).

Die Anwendung von Doxyzyklin ist bei Schweinen indiziert bei Atemwegserkrankungen, die von *Pasteurella multocida* und *Mycoplasma hyopneumoniae* verursacht sind (Kroker et al. 2010i).

#### 2.2.1.5. Polypeptidantibiotika

Zu den wichtigsten Vertretern der Polypeptidantibiotika gehören die Polymyxine (Potschka et al. 2014k), deren Wirkspektrum im gramnegativen Bereich liegt (Ziv et al. 1980). Polymyxine können sich durch ihre hydrophoben Eigenschaften in die bakterielle Zellmembran einlagern, somit stören diese Wirkstoffe die Permeabilitätsbarriere der Zellmembran (Jawetz et al. 1973; Newton 1956; Kroker et al. 2010g). Dadurch wird bei gramnegativen Bakterien eine bakterizide Wirkung erzielt (Ziv et al. 1980; Ziv 1981; Stahlmann und Lode 2005a). Diese Stoffe wirken ausschließlich gegen extrazelluläre Bakterien (Kroker et al. 2010g). Nach parenteraler Applikation tritt eine hohe systemische Toxizität auf, wobei hauptsächlich neurotoxische und muskelrelaxierende Eigenschaften auftreten (Potschka et al. 2014k). Da Polymyxine nur in einem sehr geringen Maße resorbiert werden, ist die topische oder orale Therapie nicht mit dem hohen Risiko der systemischen Nebenwirkungen verbunden (The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products 2002; Potschka et al. 2014k).

Die Anwendung von Colistin ist nach einer *in-vitro* Empfindlichkeitsprüfung zur Behandlung von Darminfektionen indiziert, welche durch sensible gramnegative Erreger verursacht werden (Potschka et al. 2014k).

#### 2.2.1.6. Sulfonamid + Trimethoprim

Sulfonamide hemmen die bakterielle Folsäuresynthese. Folsäure ist ein wichtiger Baustein in der bakteriellen DNA-, RNA-, Proteinbildung (Lüllmann et al. 2006). Somit wirken Sulfonamide bakteriostatisch, in hohen Konzentrationen auch bakterizid gegenüber grampositiven und gramnegativen Erregern (Bundestierärztekammer 2015). Die Bakterienentwicklung wird dadurch gehemmt und das körpereigene Immunsystem wird somit in die Lage versetzt, die Bakterien abzutöten. Wenn sich Bakterien in der Ruhephase befinden, ist für sie die Folsäuresynthese nicht essentiell. Daher sind lediglich proliferierende Mikroorganismen, die Folsäure selbst herstellen müssen, sulfonamidempfindlich (Potschka et al. 2014h, 2014j; Kroker et al. 2010h, 2010j). Trimethoprim wirkt bakteriostatisch, indem der Wirkstoff die Reduktion der Dihydrofolsäure hemmt und dadurch die bakterielle Nukleinsäuresynthese blockiert (Lüllmann et al. 2006). Die Kombination aus Sulfonamiden und Trimethoprimen hemmt die bakterielle Folsäuresynthese an zwei aufeinanderfolgenden Schritten. Somit wird die Wirkung der beiden

antibakteriell wirkenden Substanzen potenziert. Dadurch werden die Dosierungen der Einzelkomponenten gesenkt und zusätzlich tritt eine bakterizide Wirkung auf (Potschka et al. 2014h, 2014j; Kroker et al. 2010h, 2010j).

#### 2.2.1.7. Aminoglykosidantibiotika

Diese primär bakterizid wirkenden Stoffe binden an die 30-S-Untereinheit der Ribosomen, wobei hierdurch die Proteinsynthese nicht blockiert, sondern fehlgesteuert wird, s. d. nicht funktionelle Protein gebildet werden und die bakterielle Membran beschädigt wird (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a; Stahlmann und Lode 2005b; Rizzi und Hirose 2007; Ramirez und Tolmasky 2010). Das Wirkungsspektrum umfasst hauptsächlich gramnegative Bakterien, wobei Anaerobier nicht dazu gehören, da dieser Wirkstoff nur unter aeroben Bedingungen die innere Bakterienmembran passieren kann (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a; Stahlmann und Lode 2005b). Parenterale Applikationen sind erforderlich, abgesehen bei der Behandlung von Enteritiden, da nach oraler Gabe keine therapeutischen Blutspiegel erreicht werden (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a). Diese antibakteriell wirksamen Stoffe zeigen eine geringe Gewebegängigkeit und wirken vor allem gegen extrazellulär gelegene Bakterien (Potschka et al. 2014a). Als Nebenwirkungen sind grundsätzlich Schädigungen des Innenohrs, der Nieren und neuromuskuläre Blockaden zu nennen (Reinhard et al. 2008; Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a).

Gentamicin sollte nur bei schwersten Erkrankungen des Respirations-, Urogenital- und Gastrointestinaltrakts, die durch sensible Bakterien ausgelöst wurden angewendet werden (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a).

Bei Neomycin wird wegen des hohen Nebenwirkungspotenzials eine parenterale Anwendung abgelehnt (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a). Bei oraler Applikation kann es beim Schwein zur Behandlung von durch *E. coli* ausgelösten Enteritiden eingesetzt werden (Potschka et al. 2014a).

Das Wirkungsspektrum von Spectinomycin ist breit, doch die Intensität der Wirkung ist gering (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a). Im Körper werden kaum bakterizide Wirkstoffkonzentrationen erreicht (Potschka et al. 2014a). Das oto- und nephrotoxische Potential ist im Vergleich zu den anderen Aminoglykosiden gering (Kroker et al. 2010b; Potschka et al. 2014a).

#### 2.2.1.8. Fenicol

Die antibakteriell wirksame Gruppe der Fenicole wirkt hauptsächlich bakteriostatisch, wobei Florfenicol bei bestimmten Erregern, wie *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* und *Mannheimia haemolytica* bakterizid wirkt (Bundestierärztekammer 2015). Durch Verabreichung dieser Wirkgruppe wird die Proteinsynthese der Bakterienzellen gehemmt, indem Fenicole an die 50-S-Untereinheit der Ribosomen binden (Australian Government, Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority 2003; Potschka et al. 2014b; Kroker et al. 2010c).

Florfenicol hat ein breites Wirkungsspektrum gegenüber grampositiven und gramnegativen Bakterien (Potschka et al. 2014b; Kroker et al. 2010c; Li et al. 2006; Plumb 2015; Li et al. 2002; Afifi und El-Sooud 1997; Shin et al. 2005). Beim Schwein ist Florfenicol zur Therapie von Atemwegsinfektionen, welche durch *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma hyopneumoniae* und Pasteurellen ausgelöst werden, geeignet (Potschka et al. 2014b; Kroker et al. 2010c).

#### 2.2.1.9. Pleuromutilin

Die antibakterielle Wirkgruppe der Pleuromutiline interagiert mit der 50s-Untereinheit der Ribosomen, wodurch die Synthese bakterieller Proteine gehemmt wird und somit eine bakteriostatische Wirkung erzielt wird (Dornhelm und Högenauer 1978; Hodgins und Högenauer 1974; Paukner und Riedl 2017; Högenauer 1975; Högenauer und Ruf 1981; Potschka et al. 2014f; Kroker et al. 2010f). Diese Wirkstoffe werden ausschließlich in der Veterinärmedizin angewendet (Kroker et al. 2010f). Pleuromutiline wirken sowohl gegen grampositive als auch gegen gramnegative Bakterien und Mykoplasmen (Bundestierärztekammer 2015).

Tiamulin kann beim Schwein zur Behandlung von Dysenterie, Colitis, Ileitis, enzootischer Pneumonie, Haemophilus-Pleuropneumonie und *Mycoplasma hyosynoviae*-Arthritiden angewendet werden (Potschka et al. 2014f).

#### 2.2.1.10. Lincosamide

Lincosamide binden an die 50-S-Untereinheit der Ribosomen, so dass die Bindung der t-RNA an die Peptidyltransferase gestört wird (Tenson et al. 2003; Potschka et al. 2014d; Kroker et al. 2010d; Plumb 2015). Das Wirkungsspektrum dieser bakteriostatisch wirkenden Stoffe, umfasst grampositive Bakterien und Mykoplasmen (Bundestierärztekammer 2015). Es existieren Kreuzresistenzen gegenüber Makrolidantibiotika (Potschka et al. 2014d; Kroker et al. 2010d). Durch das hohe Verteilungsvolumen werden in Lunge, Synovia, Knochen, Haut, Bauchhöhle, Perikard und Galle therapeutische Konzentrationen erreicht (Potschka et al. 2014d; Bundestierärztekammer 2015; Kroker et al. 2010d; Plumb 2015). Als Nebenwirkungen sind hauptsächlich gastrointestinale Störungen, Hautrötungen und Unruhe zu beobachten, selten können allergische Reaktionen und neuromuskuläre Blockaden auftreten (Potschka et al. 2014d).

Lincomycin kann bei sensiblen Erregern zur Behandlung von Infektionen des Atemtrakts, Dermatitis, Wundinfektionen, Metritis, Arthritiden und Schweinedysenterie verwendet werden (Potschka et al. 2014d).

### 2.3. Bedeutende bakterielle Erreger in der Schweinehaltung

#### 2.3.1. Escherichia coli- Infektionen

Der Erreger wird zur physiologischen Darmflora von Schweinen gezählt (Hartl und Dykhuizen 1984; Selander, R. K., Caugant, D. A. & Whittam, T. S. 1987). Doch unterschiedlichen *E. coli*-Stämme gelingt es, sowohl intestinale als auch extraintestinale Leiden auszulösen (Fairbrother und Nadeau 2019). Bei den jeweiligen Altersklassen werden unterschiedliche Beschwerden verursacht. Durch verschiedene Stämme kann der Erreger bei Saugferkeln zu Diarrhoen und Septikämien, bei Absetzferkeln und selten bei Mastschweinen zu Diarrhoen und Enterotoxämien und bei Sauen zur Mastitis, Endometritis und Zystitis führen (Wendt et al. 2013a). *E. coli* ist als Teil der Familie der Enterobacteriaceae ein gramnegatives, fakultativ anaerobes Bakterium (Hartl und Dykhuizen 1984; Gordon und Cowling 2003). Zur Typisierung können entweder bestimmte Oberflächenantigene dienen oder die Einteilung darmpathogener *E. coli* wird anhand gewisser Virulenz-Mechanismen vorgenommen. Bei der letztgenannten Einteilung wird zwischen *enterotoxischen E. coli* (ETEC), *Shigatoxin-bildenden E. coli* (EDEC, EHEC) und *enteropathogenen E. coli* (EPEC) unterschieden (Wendt et al. 2013a).

ETEC löst bei Saugferkeln und Absetzferkeln Durchfall aus (Wendt et al. 2013a). Bei den *enterotoxischen E. coli* geschieht die Adhäsion an die Darmepithelien oder an die darüber liegende Mukusschicht. Nach der Anheftung werden Enterotoxine produziert (Fairbrother et al. 2005). Diese Toxine beeinflussen den Wasser- und Elektrolytstrom im Dünndarm und sind auf diese Weise an der Entstehung von sekretorischer Diarrhoe beteiligt (Rohde und Verspohl 2004). ETEC-Stämme können ebenfalls die Ödemkrankheit auslösen (Fairbrother et al. 2005).

*Enteropathogene E. coli* verursachen durch Einschränkungen der resorptiven Oberfläche des Darmepithels osmotisch bedingten Durchfall bei Absetzferkeln (Wendt et al. 2013a).

Das Shigatoxin-bildende EDEC gilt als Ursache der Ödemkrankheit, wobei es das Shigatoxin Stx2e produziert (Cornick et al. 2000; Marques et al. 1987; Weinstein et al. 1988). Es kommt im Darm zur Resorption des Toxins, wodurch eine degenerative Angiopathie der kleinen Arterien und Arteriolen ausgelöst wird. Dies führt zu Permeabilitätsstörungen und damit zur Ödembildung in unterschiedlichen Organen (MacLeod et al. 1991; Rohde und Verspohl 2004). Hauptsächlich führen die Veränderungen im Gehirn zu Störungen im ZNS und zum Tod der Schweine (Cornick et al. 2000; Marques et al. 1987). Zusätzlich kann Diarrhoe auftreten, da einige EDEC-Stämme Enterotoxine produzieren (Imberechts et al. 1994; Wendt et al. 2013a).

### 2.3.2. *Clostridium perfringens*

#### 2.3.2.1. Nekrotisierende Enteritis der Saugferkel

Dieses Krankheitsbild wird durch den grampositiven Erreger *Clostridium perfringens* Typ C ausgelöst (Wendt et al. 2013b). Bei diesen widerstandsfähigen Bakterien handelt es sich um anaerobe Sporenbildner (Wendt et al. 2013b; Uzal und Songer 2019). Die Infektion mit diesem Erreger ist weltweit verbreitet (Barnes und Moon 1964; Azuma et al. 1983; Diab 2016; Uzal und Songer 2019). *Clostridium perfringens* wird in sieben verschiedene Toxinotypen unterteilt, die auf der Produktion von sechs verschiedenen Toxinen beruhen (Theoret und McClane 2016; Rood et al. 2018). *Clostridium perfringens* Typ C verursacht besonders bei drei Tage alten Ferkeln eine nekrohämorrhagische Enteritis (Uzal und Songer 2019). Sauen gelten als Reservoir des Erregers (Wendt et al. 2013b). Neonaten können sich sowohl von ihren Wurfgeschwistern (Uzal et al. 2016a; Songer und Uzal 2005; Uzal et al. 2016b) als auch durch Sporen aus der Umgebung infizieren (Uzal und Songer 2019). Es wird zwischen einer perakuten, akuten und chronischen Verlaufsform unterschieden, welche besonders abhängig vom Immunstatus, dem Alter der Tiere und wahrscheinlich der Virulenz des jeweiligen Stammes von *Clostridium perfringens* ist (Uzal und Songer 2019). Die perakute Form ist gekennzeichnet durch hämorrhagischen Durchfall, Hypothermie und einem schnell eintretenden Tod (Uzal et al. 2016c; Songer und Uzal 2005; Uzal und Songer 2019). Ebenfalls treten plötzliche Todesfälle ohne vorherige Klinik auf (Songer und Uzal 2005; Uzal und Songer 2019). Akut erkrankte Ferkel zeigen rötlich-braune Diarrhoe, welches Gewebereste enthalten kann und der Tod tritt meist nach ein bis zwei Tagen auf (Uzal und Songer 2019; Songer und Uzal 2005). Die chronische Verlaufsform kennzeichnet sich durch intermittierenden Durchfall, wobei der Tod nach wenigen Wochen folgt (Uzal und Songer 2019).

#### 2.3.2.2. Infektion mit *Clostridium perfringens* Typ-A

*Clostridium perfringens* Typ-A ist ebenfalls ein grampositiver Anaerobier, wobei dieser Erreger nicht regelmäßig Sporen produziert (Wendt et al. 2013b). *Clostridium perfringens* Typ-A bildet besonders CPA-Toxin (Uzal und Songer 2019). Normalerweise gehören Sie zur physiologischen Darmflora der Schweine

und sind ubiquitär zu finden, doch in einigen Fällen können sie Durchfallerkrankungen besonders bei jungen Ferkeln auslösen (Uzal und Songer 2019; Wendt et al. 2013b). Die Beschwerden sind milder und die Verlustraten deutlich niedriger als bei Infektionen mit *Clostridium perfringens* Typ C (Wendt et al. 2013b).

### 2.3.3. *Streptococcus suis*

Besonders wird dieser grampositive Erreger im oberen Respirationstrakt, vor allem in den Tonsillen, im Genitaltrakt und im Gastrointestinaltrakt gefunden (Devriese et al. 1994; Vieira et al. 1998; Devriese et al. 1997; Devriese et al. 1988; Gottschalk und Segura 2019). *S. suis* wird der Gruppe der Zoonosen hinzugerechnet (Gottschalk und Segura 2019). Ferkel können sich bereits während der Geburt im Genitaltrakt, als auch während des Säugens an der kontaminierten Milchleistenhaut der Sau infizieren (Amass et al. 1997; Cloutier et al. 2003; Robertson et al. 1991; Segura et al. 2016; Große Beilage und Wendt 2013)(Sidler et al. 2013). Die Erkrankung tritt besonders bei 5-10 Wochen alten Schweinen auf (Gottschalk und Segura 2019). Neben des oberen Respirationstraktes als Haupteintrittsquelle (Gottschalk und Segura 2019), gelten als weitere Eintrittspforten offene Hautläsionen, wie beispielsweise Wunden durch Kastrationen, durch Eiseninjektionen, durch das Kupieren der Schwänze oder durch das Einziehen der Ohrmarken (Sidler et al. 2013). Auch der Gastrointestinaltrakt kann als Eintrittsorgan nicht ausgeschlossen werden (Segura et al. 2016). Ausschlaggebend für die Erkrankung der Tiere ist das Überwinden der Blut-Hirn-Schranke (Sidler et al. 2013). Zu den Symptomen gehören plötzliche Todesfälle, Sepsis, Meningitis, Polyarthritiden, Polyserositis und Endokarditis (Gottschalk und Segura 2019).

### 2.3.4. *Staphylococcus hyicus*

Die zugehörige Erkrankung zu der Infektion mit dem dem grampositiven Erreger *Staphylococcus hyicus* wird auch als exsudative Dermatitis (Ferkelruß) bezeichnet (Frana und Hau 2019; Grosse Beilage et al. 2013c). Diese Krankheit ist weltweit zu finden und ist die häufigste Hautkrankheit, die durch Staphylokokken bei Schweinen ausgelöst wird (Frana und Hau 2019). Bei Saugferkeln tritt diese Erkrankung oftmals als akute, generalisierte Form auf, während sie bei Absetzferkeln häufig chronisch verläuft und bei Mastläufern selten auftritt (Grosse Beilage et al. 2013c). Die verschiedenen Stämme besitzen unterschiedlich ausgeprägte Virulenzen (Frana und Hau 2019), wobei die Stärke der Virulenz mit der Produktion von exfoliativen Toxinen einhergeht (Andresen et al. 1997; Futagawa-Saito et al. 2007; Sato et al. 1991; Wegener et al. 1993; Frana und Hau 2019). Bei der Zielstruktur der Toxine handelt es sich um die Epidermis (Frana und Hau 2019), welches die entsprechenden Hautveränderungen bei der Infektion erklärt. Die Infektion der Ferkel kann bereits während der Geburt geschehen, da das Bakterium auf der Haut und Vaginalschleimhaut von Sauen zu finden ist, aber auch zwischen direkten Kontakt verschiedener Tiere (Frana und Hau 2019; Grosse Beilage et al. 2013c). Besonders schwerwiegende Hautläsionen treten vor allem bei Saugferkeln auf, wobei sich bei der generalisierten Form am gesamten Körper Krusten bilden, welche von Rissen durchzogen werden (Grosse Beilage et al. 2013c; Frana und Hau 2019). Bei den älteren Tieren sind Hautveränderungen häufig nur im Kopfbereich als rundliche, rotbraune Papeln zu beobachten (Grosse Beilage et al. 2013c). In anderen Studien geht die *Staphylococcus hyicus*-Infektion mit Polyarthritiden (Hill et al. 1996) und Aborten (Duncan und Smith 1992) einher.

### 2.3.5. *Aktinobazillus pleuropneumonie (APP)*

Diese gramnegativen Keime zählen zu den wichtigsten Erkrankungen des Respirationstraktes auslösenden Bakterien (Gottschalk und Broes 2019). Die meisten konventionellen landwirtschaftlichen Betriebe sind

mit einem oder mehreren Serotypen innerhalb einer Tiergruppe infiziert (Gottschalk und Broes 2019; Gottschalk et al. 2003). Dabei ist zu beachten, dass viele Tiergruppen mit wenig virulenten Stämmen und eher weniger Schweine mit hochvirulenten Stämmen von *A. pleuropneumoniae* infiziert sind, was die hohe Seroprävalenz mit einer eher geringeren Anzahl an manifestierten Erkrankungen erklärt (Gottschalk und Broes 2019). Es wird zwischen zwei Biotypen mit insgesamt 16 Serotypen unterschieden (Blackall et al. 2002; Kamp et al. 1987; Kilian et al. 1978; Nielsen 1985b, 1985a, 1986; Nielsen et al. 1997; Nielsen und O'Connor 1984; Rosendal und Boyd 1982; Sárközi et al. 2015). Oftmals werden vorab die Tonsillen durch *A. pleuropneumoniae* kolonisiert (Chiers et al. 1999), nachfolgend können sich die Bakterien an den Zellen des unteren Respirationstrakts anheften (Grosse Beilage et al. 2013a). Die RTX-Toxine des Erregers sind im Wesentlichen verantwortlich für den Verlauf der Infektion, wobei es sich bei den Toxinen um Apx I, Apx II, Apx III und Apx IV handelt (Frey 2003; Gottschalk und Broes 2019; Grosse Beilage et al. 2013a). Durch die Sekretion der unterschiedlichen Toxine werden die verschiedenen Serotypen in Untergruppen eingeteilt (Frey 2003; Gottschalk und Broes 2019). Durch die Aufnahme von kolostralen Antikörpern können zwischen 5-12 Wochen *post natum* Immunglobuline in den Ferkeln persistieren (Vigre et al. 2003; Gottschalk und Broes 2019). Klinisch manifeste Infektionen sind multifaktoriell bedingt und sind u.a. abhängig von der Virulenz der Bakterien und den Umgebungsbedingungen (Grosse Beilage et al. 2013a; Gottschalk und Broes 2019). Die meisten Tiere erkranken innerhalb der Mittel- und Endmast (Grosse Beilage et al. 2013a). Insgesamt wird zwischen perakutem, akutem und chronischem Verlauf unterschieden (Gottschalk 2015; Gottschalk und Broes 2019; Grosse Beilage et al. 2013a). Bei perakuten Verläufen werden entweder Kreislaufinsuffizienzen mit ausgeprägten Zyanosen, Fieber und hochfrequenter Atmung oder spontan verendete Tiere mit teilweise blutiger Flüssigkeit vor Maul und Nase beobachtet (Grosse Beilage et al. 2013a; Gottschalk und Broes 2019). Bei akuten Krankheitsverläufen weisen die Tiere u.a. hochfrequente Atmung, Fieber und einer Unlust zur Futter- und Wasseraufnahme auf (Gottschalk und Broes 2019; Grosse Beilage et al. 2013a). Es muss zusätzlich mit dem Verenden von erkrankten Schweinen gerechnet werden (Grosse Beilage et al. 2013a). Chronisch kranke Tiere zeigen Husten, Dyspnoe und teils Leistungsbeeinträchtigungen (Grosse Beilage et al. 2013a), sowie teils leicht erhöhte Körperinnentemperatur und reduzierte Futteraufnahme (Gottschalk und Broes 2019).

### 2.3.6. *Bordetella bronchiseptica*

Der gramnegative Erreger *Bordetella bronchiseptica* gilt als Ursache für die Erkrankung Rhinitis atrophicans (Phillips 1943; SWITZER 1956). Der Erreger ist weit verbreitet (Brockmeier et al. 2019). Primär gilt der Keim als Ursache der nicht progressiven Rhinitis atrophicans, wobei er zusammen mit der nasalen Kolonisation mit toxigenen Stämmen von *Pasteurella multocida* die progressive Rhinitis atrophicans auslöst (Brockmeier et al. 2019).

Die nichtprogressive Form der Rhinitis atrophicans ist im Allgemeinen durch eine hohe Morbidität mit niedriger Mortalität gekennzeichnet (Brockmeier et al. 2019). Das klinische Erscheinungsbild ist durch Rhinitis, Tracheitis und Bronchitis mit Augenausfluss und Husten geprägt (Brockmeier et al. 2019). Bei der Infektion von sehr jungen Schweinen löst *Bordetella bronchiseptica* eine nekrohämorrhagische Bronchopneumonie mit Dyspnoe und Lethargie aus, auch kann die Koinfektion mit speziellen Erregern zu Komplikationen führen (Brockmeier und Lager 2002). Der Erreger kann den kompletten Respirationstrakt besiedeln, wobei die Läsionen besonders in der Nasenhöhle und der Bronchien zu finden sind (Duncan et al. 1966a; Duncan et al. 1966b).



### 2.3.7. Pasteurella multocida

Der gramnegative Erreger wirkt sich weltweit auf die Tiergesundheit von Schweinen aus (Register und Brockmeier 2019). *Pasteurella multocida* verursacht unterschiedliche Krankheitsbilder. Dazu zählt die sogenannte progressive Rhinitis atrophicans, Pasteurellose, welche mit einer Pneumonie und Pasteurellose, welche mit einer Sepsis einhergeht (Register und Brockmeier 2019).

Progressive Rhinitis atrophicans wird durch toxigene Stämme von *Pasteurella multocida* verursacht (de-Jong und Nielsen 1990; Register und Brockmeier 2019), wobei die Nasenschleimhaut zuvor durch den Erreger *Bordetella bronchiseptica* lädiert werden muss (Pedersen und Barfod 1981; Grosse Beilage et al. 2013b; Register und Brockmeier 2019). Ein essentieller Virulenzfaktor von *Pasteurella multocida* ist das sogenannte *Pasteurella multocida*-Toxin, welches neben Läsionen in der Leber und im Urogenitaltrakt, besonders zur Atrophie der Nasenmuscheln führt (Register und Brockmeier 2019). Dazu stört das Toxin den physiologischen Auf- und Abbau der Knochensubstanz in den Nasenmuscheln, indem es die Aktivität der Osteoblasten mindert (Grosse Beilage et al. 2013b; Foged et al. 1987; Martineau-Doizé et al. 1990; Dominick und Rimler 1988; Register und Brockmeier 2019). Dieses Krankheitsbild hat einen negativen Einfluss auf die Wachstumsrate und Futtermittelverwertung der infizierten Schweine (Pedersen und Barfod 1981; Riising et al. 2002; Register und Brockmeier 2019). Schweine, die sich innerhalb der ersten Lebenswochen mit einem toxigenen Stamm von *Pasteurella multocida* infizieren, sind am schwersten betroffen (Register und Brockmeier 2019). Zu den klinischen Anzeichen gehören neben Niesen und serösen bis mukopurulenten Nasen- und Augenausfluss, besonders die Nasendeformation in Form einer Brachygnathia superior (Register und Brockmeier 2019; Grosse Beilage et al. 2013b).

Das Erscheinungsbild der Infektion mit *Pasteurella multocida*, welche mit einer Pneumonie einhergeht tritt besonders bei Mastschweinen auf (Register und Brockmeier 2019). Es handelt sich um eine multifaktorielle Erkrankung, die je nach Begleitpathogenen Symptome wie u.a. Husten, intermittierendes Fieber bis hin zu Zyanosen vertreten (Register und Brockmeier 2019). Außerdem kann es zu Abszessen und Pleuritis führen (Register und Brockmeier 2019).

Die septikämische Verlaufsform der Pasteurellose tritt oft plötzlich auf und ist durch eine hohe Morbidität und Mortalität gekennzeichnet (Register und Brockmeier 2019). Zu den Symptomen gehört neben hohem Fieber und Dyspnoe (Register und Brockmeier 2019), besonders ein Ödem und eine Blutung auf der ventralen Seite des Halses (Cardoso-Toset et al. 2013; Ujvári et al. 2015).

### 2.3.8. Glässersche Krankheit

Diese mit einer Entzündung der serösen Häute einhergehende Erkrankung wird von gramnegativen *Haemophilus parasuis* verursacht (Ritzmann et al. 2013; Aragon et al. 2019). Die zum physiologischen Respirationstrakt zugehörigen Bakterien sind unabhängig vom Gesundheitsstatus der Schweinepopulation weltweit verbreitet, wobei besonders stressreiche Umwelteinflüsse positiv auf den Ausbruch der Krankheit wirken (Brockmeier et al. 2014; Aragon et al. 2019; Ritzmann et al. 2013). Die klinische Manifestation tritt besonders bei 4-8 Wochen alten Schweinen auf, selten erkranken auch adulte Tiere (Aragon et al. 2019). Durch maternale Antikörper sind Saugferkel selten betroffen (Ritzmann et al. 2013). Die perakute Verlaufsform geht mit plötzlichen Todesfällen und petechialen Geweblutungen einher (Peet et al. 1983; Aragon et al. 2019). Zu den klinischen Anzeichen der akuten Form gehören u. a. hohes Fieber, abdominal verstärkte Atmung, Lahmheiten, sowie zentralnervöse Störungen (Aragon et al. 2019; Vahle et al. 1995). Die Veränderung beim akuten Verläufen entspricht fibrinösen oder fibrinopurulenten Polyserositis, Polyarthritiden und Meningitis (Aragon et al. 2019). Chronisch infizierte Tiere zeigen schwere

fibröse Veränderungen an Perikard, Pleura und Peritoneum, sowie chronische Arthritiden (Aragon et al. 2019). *Haemophilus parasuis* kann in Einzelfällen Bronchopneumonien verursachen, wobei die Bakterien oftmals zu den Sekundärerregern gezählt werden (Ritzmann et al. 2013).

## 2.4. Verarbeitung der Daten für die Nutztierpraxis

### 2.4.1. Datengewinnung, -verarbeitung und Managementhilfen

Die in den Tierhaltungen heutzutage gewonnenen Daten in digitaler und nichtdigitaler Form sind zu komplex, zu groß und vor allem zu schwach sortiert („Big data“), so dass diese kaum für Managemententscheidungen nutzbar sind (Christl 2014). In der neueren Definition von „Big data“ werden die Schwerpunkte Datenvolumen, Datengeschwindigkeit (Erzeugung, Transfer und Verfügbarkeit), Bandbreite der Daten, Mehrwert durch diese Daten und die Datensicherheit subsummiert (Peters und Holborn 2017). Vor allem die beiden letzten Punkte sind durch verbesserte Aufbereitung und Zusammenführung dezentraler bzw. isolierter Daten in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus gerückt. Ausgangspunkt dieser Programme, Erweiterungen bestehender Programme bzw. Insellösungen waren die gestiegenen Anforderungen an die Haltung von Tieren, deren Gesundheit – gleichermaßen aber auch Tierschutz- bzw. Tierwohlgedanken sowie die umweltschonendere Produktion von tierischen Erzeugnissen (Milch, Fleisch). Zudem kann ein praktikables Managementtool in der frühzeitigen Prozessfehlerdetektion unterstützend wirken und Arbeitszeit bzw. weitere betriebliche Kosten reduzieren helfen (Clasen 2015). Unter dem Begriff *Precision Livestock Farming* sollen diese Ansprüche zusammengefasst werden. Bis heute ist keine Technologie am Markt verfügbar, die diese Anforderungen erfüllt. Hinderlich in dieser Umsetzung ist die Zusammenführung einzeltier- bzw. gruppenbezogener Daten in transfertaugliche Daten mit hoher Qualität und deren Integration in übergeordneten Managementsysteme, aus denen sich Handlungsanweisungen benutzergruppengerecht ableiten lassen (Ratschow 2004). Zudem sind die meist (teil-)parallel vorhandenen Programme nicht und nur wenig untereinander kompatibel (Kuhlmann 2008). Zudem müssen die Kosten für die Dateneingabe durch höhere biologische Leistungen oder verringerten Kosten (z.B. Behandlungen, Nutzungsausfall) aufgefangen werden.

Ziel der Softwareentwicklung ist es, eine (meist ökonomische) Anwendung zu entwickeln, die in einer realen Umgebung zuverlässig und effizient funktioniert. Anforderungen an ein solches System sind die Korrektheit (funktional korrekt), die Interoperabilität (Zusammenarbeit mit anderen Systemen), die Zuverlässigkeit (funktioniert immer gleich) und die Nutzerfreundlichkeit (Kroha 1997). Gerade die Nutzerfreundlichkeit ist die einzige Komponente, die der Nutzer direkt bewerten kann – die im Hintergrund laufenden Analysen und Aufbereitung der Daten z.B. für grafische Darstellungen sind nicht bewertbar.

Das *Software-as-a-Service-Modell* (SaaS) basiert darauf, dass ein Unternehmen dem Kunden eine Software zur Verfügung stellt (z.B. über Download), ohne dass der Kunde diese kaufen und Updates pflegen muss. Die Softwarefunktion ist somit online nutzbar und bedarf neuerer Preismodelle (nutzungsabhängig wie unabhängig), die variabel sein können (Buxmann 2014). Vorteilhaft ist dabei, dass Updates und Erweiterungen im Back-End eingespielt werden können ohne dass das Front-End in seiner Funktion beeinträchtigt wird bzw. durch den Nutzer manuell installiert werden muss. Dies vermeidet die Parallelität von mehreren Softwareversionen bei den Anwendern, die schwer zu pflegen sind. Die Datensicherheit ist

dabei sehr ernst zu nehmen, da der Nutzer im Regelfall seine Daten auf fremden Server speichern muss (Bildosola et al. 2015).

#### 2.4.2. Herausforderungen in der Implementierung von Managementhilfen

Verschiedene fördernde und hemmende Faktoren spielen bei der Entscheidung zur Übernahme einer Innovation durch den Landwirt eine Rolle (Sunding und Zilberman 2001). Vertrauen in längerfristige, kleine Netzwerken wird dabei als ein Schlüsselfaktor betrachtet (König et al. 2012). Bisherige Untersuchungen zur Übernahmeentscheidung konzentrieren sich in der Landwirtschaft bisher meist auf technisch-mechanischen und technisch-biologischen Fortschritt. Neu in der Diskussion und bisher weniger untersucht sind Akzeptanz- und Übernahmeentscheidungen bei daten- und informationsintensiven Neuerungen und dem damit zusammenhängenden technisch-organisatorischen Fortschritt. Vor dem Hintergrund zunehmender und immer dichter werdender Dokumentationsauflagen für die Landwirtschaft und steigender Datenverfügbarkeit aus verschiedensten Quellen (Wolfert et al. 2017), kommt der Optimierung von Daten- und Informationsflüssen für Managemententscheidungen auf landwirtschaftlichen Betrieben eine wachsende Bedeutung zu (Bennett 2015; Sargeant et al. 2019). Trotz des Wissens um diese grundlegenden Zusammenhänge, gibt es bisher wenige Untersuchungen, die die Einführung und Optimierung von datenbasierten Managementhilfen in der Landwirtschaft. Diese gilt insbesondere für eine Beschreibung der Zusammenarbeit mit dem bestandsbetreuenden Tierarzt in Bezug auf die Begründung (Diagnose) und der Verordnung bzw. der Verabreichung von Antibiotika inkl. einer Beurteilung des Therapieerfolges.

Von besonderer Bedeutung sind dabei auch Überlegungen zum Datenschutz und Datenzugangsberechtigungen (Wolfert et al. 2017), die besonders bei Tiergesundheitsdaten angesichts zunehmender gesellschaftlicher Akzeptanzproblem der Nutztierhaltung ein höchst sensibles Gut darstellen (Fiege et al. 2017). Durch Datenverfügbarkeit bzw. –zugang, veränderte Formen der Zusammenarbeit und basierend auf der Null-Grenzkosten-These in der wissensintensiven Netzwerk-Ökonomie (Rifkin 2014), stellt sich die Frage nach angepassten Nutzungs- und Geschäftsmodellen (Wolfert et al. 2017) und der Rolle der öffentlichen Hand. Bisher sind diese Themen nicht auf den konkreten Fall der umfassenden Datennutzung in der Tiergesundheitsberatung bzw. des rationalen Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung heruntergebrochen; sie erfordern aber Berücksichtigung, wenn hier neue datenbasierte Managementhilfen entwickelt und eingeführt werden sollen. Die bisherigen Bemühungen der Antibiotikareduktion in der Tierhaltung sind mittlerweile an ihre Grenzen gestoßen und es bedarf somit neuerer Mechanismen und Techniken, um eine weitere Reduktion ohne Beeinträchtigung der Tiergesundheit zu erzielen (NRW-Tierärztetag 2017).

#### 2.4.3. Technikunterstützte Entscheidungshilfen bei der Antibiotikaauswahl

Die bisherigen Ergebnisse zur antimikrobiellen Wirksamkeit von Arzneimitteln stehen dem/r praktizierenden Tierarzt/-ärztin in der konkreten Entscheidungssituation nur in Onlinedatenbanken zur Verfügung, die a) in der Summe statischer Natur sind (z.B. Vetion.de) und b) meist nach Erregern und weniger nach Symptomkomplexen sortiert sind und c) offline nicht verfügbar sind (mangelhafte Netzabdeckung im ländlichen Raum). Zudem ist die Zusammensetzung der Daten nicht ersichtlich (z.B. Alter und Umfang der untersuchten Proben). Bisher gibt es nur wenige Studien (Tuon et al. 2017; Peiffer-Smadja et al. 2020), die den Einsatz einer mobilen Applikation im Sinn des *Antibiotic stewardship*

erfolgreich eingesetzt haben. Ähnliche Untersuchungen in der Veterinärmedizin sind derzeit nicht verfügbar, werden aber weltweit benötigt (Sargeant et al. 2019).

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Datengrundlage und Vorgehensweise der retrospektiven Analysen von Anwendungs- und Abgabebelegen (AuA-Belege)

Bei den analysierten Daten handelt es sich ausschließlich um Anwendungs- und Abgabebelege für die Tierart Schwein aus einer größeren Tierarztpraxis aus Nordrhein-Westfalen. Die Belege der Jahre 2016, 2017 und 2018 wurden von der Praxis für die retrospektiven Analysen in Form von Excel-Datensätzen zur Verfügung gestellt. Diese Daten wurden um folgende Angaben ergänzt: Bei den auf den Dokumenten angegebenen Bezeichnungen der Medikamente, wurden die entsprechenden Wirkstoffe und Wirkstoffklassen ergänzt. Bei den Anschriften der zuvor durch die Praxis anonymisierten Tierhalter, welche den schweinehaltenden Betrieben entsprechen, wurde die entsprechende Kreiszugehörigkeit hinzugefügt.

Diese vervollständigten Excel-Datensätze wurden daraufhin in IBM SPSS Statistics 21 übertragen. Die Auswertung der Daten erfolgte durch deskriptive Analysen mittels IBM SPSS Statistics 21 und Excel 2016. Bei den Anwendungs- und Abgabebelegen aus dem Jahr 2016 waren Kennungen der entsprechenden Tierärzte und Tierärztinnen angegeben. Um eine anonymisierte Analyse zu gewähren, wurden die Namen dieser Personen durch Ziffern ersetzt. Die Tierärzte und Tierärztinnen verschrieben oder gaben antibakteriell wirkende Medikamente aus der Wirkstoffgruppe der  $\beta$ -Lactame mit Cephalosporinen der 3. und 4. Generation, sowie Penicillinen, Aminoglykoside, sowie Kombinationen aus Aminoglykosiden mit Lincosamiden bzw. Penicillinen, Fluorchinolonen, Lincosamiden, Makroliden, Phenicolen, Pleuromutilinen, Polypeptidantibiotika, Kombinationen von Sulfonamiden mit Trimethoprimen und Tetrazykline ab.

Es wurden Anwendungs- und Abgabebelege für verschiedene Altersklassen ausgestellt. Bei den Altersklassen handelte es sich um Saugferkel, Absetzferkel, Aufzuchtferkel, Zuchtläufer, Mastläufer, Mastschweine, Jungsauen und Sauen, Jungebern und Ebern sowie Stammsauen und Eber. Bei den Analysen wurde zwischen der Anzahl der ausgestellten Anwendungs- und Abgabebelegen, der Anzahl der behandelten Tiere und der Häufigkeit der Kundennummern unterschieden und die Entwicklung der ermittelten Häufigkeiten in den Jahren 2016-2018 betrachtet. Aus diesen Ergebnissen wurde die durchschnittliche Anzahl an behandelten Tieren pro ausgestellt Anwendungs- und Abgabebeleg, die durchschnittliche Anzahl an ausgestellten Anwendungs- und Abgabebelegen pro Kundennummer und die durchschnittliche Anzahl an behandelten Tieren pro Kundennummer ermittelt und die Entwicklung während des Betrachtungszeitraumes bewertet. Um einzuschätzen, welche Wirkstoffklassen mit welchem Anteil an den Gesamtverordnungen von der teilnehmenden Praxis verwendet und abgegeben wurden und diese Ergebnisse mit allgemeinen Angaben zu verwendeten Wirkstoffgruppen von Tierärzten und Tierärztinnen zu vergleichen, wurde die prozentuale Verteilung der Wirkstoffklassen an der Summe aller ausgestellten Anwendungs- und Abgabebelege bzw. an der Summe aller behandelten Schweine ermittelt. Um Änderungen in der Anzahl der ausgestellten Anwendungs- und Abgabebelege bzw. der Anzahl an behandelten Tieren je nach Wirkstoffklasse zu betrachten, wurden die Belege der Jahre 2016-2018 einzeln analysiert.

Die prozentuale Altersklassenverteilung an der Gesamtheit aller behandelten Tiere wurde ausgewertet, um zu untersuchen, ob und welche Altersklassen im hohen Maße mit antibakteriellen Wirkstoffen von der teilnehmenden Praxis behandelt wurden. Außerdem wurde die durchschnittliche Anzahl an behandelten

Tieren je Wirkstoffklasse und die Anzahl an behandelten Tiere je Altersklasse pro ausgestellten Anwendungs- und Abgabebeleg bestimmt. Um Informationen über das Verordnungsverhalten antibakterieller Wirkstoffe von den teilnehmenden Tierärzten und Tierärztinnen zu erhalten, wurden die Anwendungs- und Abgabebelege für das Jahr 2016 und die Altersklasse Saugferkel einzeln für jeden Tierarzt und jede Tierärztin sortiert und vergleichend analysiert. Um mögliche regionale Unterschiede zu untersuchen, wurden die Anwendungs- und Abgabebelege in fünf Kreise in NRW (Borken, Coesfeld, Recklinghausen, Steinfurt und Warendorf) aufgeteilt und miteinander verglichen.

### 3.2. Datengrundlage und Vorgehensweise der retrospektiven Analysen der Untersuchungsberichte

Die Gesamtheit der analysierten Befunde stammte ausschließlich aus Untersuchungen eines Labors, das ausschließlich für weiterführende Untersuchungen herangezogen wurde. Die ausgewerteten Untersuchungsaufträge wurden ausschließlich durch die praktizierenden Tierärzte und Tierärztinnen aus der teilnehmenden Praxis veranlasst. Es wurden einzig Befunde der Tierart Schwein betrachtet. Es handelte sich dabei um Untersuchungsberichte aus vier Jahren (2015-2018). Die Berichte wurden als PDF-Dokumente erhalten, die Rohdaten aus dem Jahr 2018 wurden zusätzlich als Word-Dokumente erhalten. Anschließend wurden für die einzelnen Jahre Tabellen in Excel 2016 generiert. In den Jahren 2015-2017 waren teilweise nur die Namen der Betriebe angegeben, s.d. die entsprechenden Anschriften der Betriebe ergänzt wurden. Bei allen Kunden wurde der entsprechende Kreis ergänzt, in welchem der schweinehaltende Betrieb lag. Die Tabellen wurden in IBM SPSS Statistics 21 übertragen. Die Daten wurden deskriptiv mit Hilfe von IBM SPSS Statistics 21 und Excel 2016 analysiert.

Das private Untersuchungslabor verwendete für die *in-vitro* Resistenzprüfung bis zum Jahr 2015 die Agardiffusionsmethode. Ab dem Jahr 2016 arbeitete das teilnehmende Labor mit der Bouillondilutionsmethode nach CLSI-Standard. Für die Jahre 2015-2018 wurden sowohl die Anzahl der Auftragsnummern, wenn im Labor bakteriologische Untersuchungen durchgeführt wurden, als auch die Häufigkeit der Auftragsnummern, wenn zusätzlich zur Bakteriologie die *in-vitro* Sensibilität geprüft wurde, bestimmt und der Anteil der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen an den bakteriologischen Untersuchungen ermittelt. Diese Ergebnisse wurden mit der Anzahl an ausgestellten Anwendungs- und Abgabebelegen verglichen und der Anteil der bakteriologischen Untersuchungen bzw. der Anteil der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen an den ausgestellten Anwendungs- und Abgabebelegen für die Jahre 2016-2018 berechnet. Für die Jahre 2016-2018 wurde die Anzahl der Untersuchungsmaterialien und die Art der Proben untersucht, wenn eine *in-vitro* Sensibilitätsprüfung stattgefunden hatte. Ein Untersuchungsmaterial entspricht bei dieser Analyse einem Antibiogramm pro Auftragsnummer.

Ergänzend wurden für die Jahre 2016-2018 Änderungen in der Anzahl der Untersuchungsmaterialien Kot bzw. Kottupfern und Nasentupfern ermittelt, aus welchen Bakterien für die *in-vitro* Resistenzprüfung isoliert wurden. Um Kenntnisse über die *in-vitro* Empfindlichkeitsgrade für Bakterien zu erlangen, welche als (fakultativ) pathogen für Schweine gelten und die Ergebnisse der Analysen mit bekannten Werten zu *in-vitro* Sensibilitätsbestimmungen zu vergleichen, wurden für die Bakterien *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis*, *Pasteurella multocida*, *Streptococcus suis*, *Clostridium perfringens* und *E. coli* die Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016-2018 analysiert. Um sowohl zeitliche Veränderungen der *in-vitro* Wirksamkeitsgrade, als auch Unterschiede der Ergebnisse bei Anwendung unterschiedlicher Methoden zur *in-vitro* Sensibilitätsprüfung zu ermitteln, wurden für die Erreger *E. coli* und *Streptococcus*

*suís* die Ergebnisse der *in-vitro* Wirksamkeitsnachweise einzeln für die Jahre 2015-2018 analysiert und gegenübergestellt. Für den Erreger *E. coli* wurden die Ergebnisse aus den *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen auch mit einzelnen Wirkstoffen, die nicht von den Tierärzten und Tierärztinnen der teilnehmenden Praxis bei Schweinen verordnet wurden (Apramycin und Tilmicosin), mit der Anzahl der behandelten Tiere laut den Analysen der Anwendungs- und Abgabebelegen mit Makroliden und Aminoglykosiden gemeinsam betrachtet, um einen möglichen Zusammenhang zwischen der Anwendung bestimmter Wirkstoffgruppen und einer daraus resultierenden Resistenzentwicklung zu betrachten.

Um die Möglichkeit regionaler Unterschiede in den *in-vitro* Wirksamkeitsgraden zu untersuchen, wurde die *in-vitro* Sensibilität von *E. coli* in fünf ausgewählten Kreisen (Borken, Coesfeld, Recklinghausen, Steinfurt und Warendorf) gegenübergestellt. Die Orte wurden ausgewählt, da hier die meisten Ergebnisse aus *in-vitro* Untersuchungen vorlagen. Die Regionalität stellt keinen Querschnitt durch die Regionen dar, sondern ergibt sich durch die jeweiligen Betriebe der tierärztlichen Praxis in der Region. Alle ausgewerteten Ergebnisse stammten aus Kot/-tupfer-Proben von Ferkeln, aus denen der Erreger *E. coli* isoliert werden konnte, aus insgesamt 64 unterschiedlichen Betrieben.

### 3.3. Anwendungssoftware

Zusammen mit dem Projektpartner FarmTool Farmsoftware GmbH (Gescher, Deutschland) wurde eine Onlinelösung für die tierärztliche Praxis in Form einer Anwendungssoftware mit dem Ziel entwickelt, betriebsinterne Erreger- und *in-vitro* Empfindlichkeitsprofile erarbeiten und darstellen zu können. Diese Profile sollen den behandelnden Tierarzt und der behandelnden Tierärztin auf Einzelbetriebsebene helfen, bereits bei der Erstbehandlung erkrankter Tiere, den antibakteriellen Wirkstoff mit der höchsten *in-vitro* Wirkpotenz auszuwählen. Diese Datensätze können dabei nicht nur den behandelnden Veterinärmedizinern und -medizinerinnen nutzen, sondern könnten auch für anonymisierte betriebsübergreifende Analysen herangezogen werden.

Für die Entwicklung betriebsinterner Erreger- und Empfindlichkeitsprofile war eine digitale Erfassung der Untersuchungsaufträge und der Laborbefunde essentiell. Von außerordentlicher Bedeutung war daneben auch die konkrete Zuordnung der Untersuchungsaufträge zu den beprobten Tieren bzw. Ergebnissen. Neben der richtigen Probenahme, Versand und Untersuchung der Probe (ggf. in einem externen Labor), ist auch die richtige Verknüpfung der einzelnen Datensätze bedeutend für den Behandlungserfolg. Daher wurde zunächst ein Anforderungsprofil an diese digitale Erfassung gestellt. Dazu wurde ein Dokument erstellt, welches die Auswahlmöglichkeiten der Anwendungssoftware aufzeigte. Um nach der entsprechend richtigen Probenahme die konkrete Zuordnung des Probenmaterials mit dem Untersuchungsauftrag zu gewähren, wird das Untersuchungsmaterial zunächst mit einem Barcode versehen. Dieser Code wird anschließend mit Hilfe eines mobilen Endgerätes gescannt oder manuell eingegeben und somit eindeutig einem bestimmten Laborauftrag zugeordnet. Dafür ist keine Internetverbindung nötig. Durch das Programmieren einer Schnittstelle, kann der ausgefüllte Auftrag bei Anbindung an das Internet an untersuchendes Labor weitergeleitet werden.

Bestimmte Angaben wiederholen sich bei jedem auszufüllenden Untersuchungsauftrag, wie z.B. die Adresse des Betriebes oder die jeweilige Viehverkehrs-Verordnungs-Nummer (VVVO-Nummer). In der Software können betriebspezifische Informationen, sowie Angaben zum einsendenden Tierarzt bzw. -ärztin gespeichert werden. Dies geschieht entweder durch das Konfigurieren einer speziellen Praxis- mit

der Anwendungssoftware oder direkt durch die einmalige manuelle Eingabe dieser Angaben. Die Software greift dann direkt auf die gespeicherten Daten zu und fügt diese in den Untersuchungsauftrag ein. Des Weiteren sind die gesetzlich geforderten Elemente in Form von Pflichtfeldern enthalten. Diese stehen neben der betreuenden tierärztlichen Praxis dem Landwirt bzw. der Landwirtin bei Betriebskontrollen zur Verfügung.

### **3.4. Fragebogenbasiertes Interview**

Als Vorbereitung auf die Einführung der Software wurde im Rahmen eines fragebogenbasierten Interviews im Juni und Juli 2019 vorab die Nutzerfreundlichkeit der aktuellen analogen Untersuchungsaufträge des ausgewählten Labordienstleisters in persönlichen Einzelinterviews erfragt. Insgesamt enthält der Bogen 33 zu beantwortende Fragen. Davon wurden sechs Abfragen als offene Fragen gestellt. Weitere sieben Fragen konnten teiloffen durch die zusätzliche Auswahlmöglichkeit „Sonstiges“ beantwortet werden. Der Gesamtfragebogen befindet sich im Anhang A.

Nach der Einführung der Anwendungssoftware (App) in der tierärztlichen Praxis, wurde ein weiteres fragebogenbasiertes Interview geplant, in welchen die Nutzerfreundlichkeit der Software abgefragt wird. Die Befragung nach Einführung der Anwendungssoftware verzögerte sich durch die Corona-Pandemie massiv und wurde schließlich im August 2020 durchgeführt. Insgesamt enthält der Bogen 31 zu beantwortende Fragen. Davon wurden vier Abfragen als offene Fragen gestellt. Weitere sechs Fragen konnten teiloffen durch die zusätzliche Auswahlmöglichkeit „Sonstiges“ beantwortet werden. Der Gesamtfragebogen befindet sich im Anhang B.

Die erhobenen Daten wurden in Excel 2016 und IBM SPSS Statistics 21 überführt, deskriptiv ausgewertet und relative Häufigkeiten berechnet.

Die Ergebnisse beider Interviews sollen durch eine hohe Anzahl gleich gestellter Fragen miteinander verglichen werden, um mögliche Vor- und Nachteile dieser digitalen Lösung nutzerspezifisch auszuwerten.



## 4. Ergebnisse

### 4.1. Auswertungen der Anwendungs-und Abgabebelege (AuA-Belege) 2016-2018

Die AuA-Belege wurden im Jahr 2016 für insgesamt 281 Kundennummern, d.h. unterschiedliche schweinehaltende Betriebe ausgestellt. Im Jahr 2017 sanken die Kundennummern, für welche antibakterielle wirksame Arzneimittel angewendet wurden auf 245, um dann im Jahr 2018 auf 236 Kundennummern zurückzugehen.

In den Jahren 2016-2018 wurden insgesamt 25.439 AuA-Belege für die antibakterielle Behandlung von 5.424.338 Schweinen ausgestellt. Im Jahr 2016 wurden von den Tierärzten und Tierärztinnen der teilnehmenden schweinebetreuenden Praxis 8.815 AuA-Belege ausgestellt. Im Jahr 2017 verminderte sich die Anzahl um 7,3 % auf 8.174 Belege, um dann im Jahr 2018 um 3,4 % auf 8.450 AuA-Belege anzusteigen.

Im Jahr 2016 wurden die AuA-Belege zur antibakteriellen Behandlung von 1.832.758 Schweinen ausgestellt. Im Folgejahr wurden 1.774.471 Schweine behandelt, das entspricht einem Rückgang von 3,2 %. Im Jahr 2018 gab es einen Anstieg um 2,4 % auf 1.817.109 mit Antibiotika behandelten Tieren.

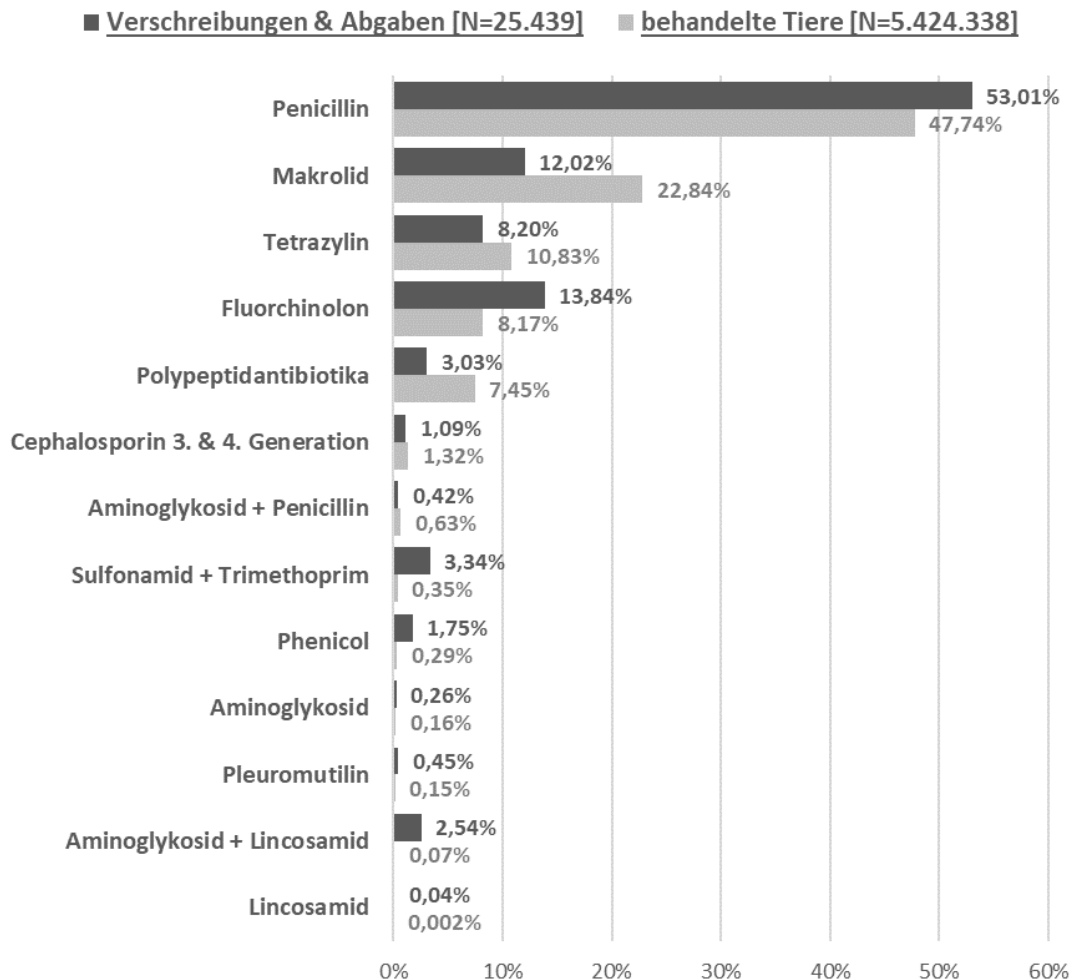
Wird die durchschnittliche Anzahl an ausgestellten AuA-Belegen pro Kundennummer betrachtet, wurden im Jahr 2016 31 AuA-Belege pro Kundennummer ausgestellt. Dieser Wert stieg im Jahr 2017 um 6,4 % auf 33 ausgestellte AuA-Belege pro Kundennummer. Im Jahr 2018 wurde erneut ein Anstieg (7,3 %) auf 36 ausgestellte AuA-Belege pro Kundennummer verzeichnet.

Im ersten Betrachtungsjahr wurden durchschnittlich 6.522 Schweine pro Kundennummer mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln behandelt. Im Jahr 2017 lässt sich ein Anstieg um 11 % auf 7.243 behandelte Schweine pro Kundennummer beobachten, um dann im Jahr 2018 nochmals einen Zuwachs von 6,3 % auf durchschnittlich 7.700 mit Antibiotika behandelten Schweinen pro Kundennummer zu vermerken.

Im Jahr 2016 wurden durchschnittlich 208 Schweine pro AuA-Beleg mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln behandelt. Im anschließenden Beobachtungsjahr folgte ein Zuwachs von 4,4 % auf durchschnittlich 217 behandelte Schweine pro ausgestellt AuA-Beleg. Im Jahr 2018 verminderte sich die durchschnittliche Anzahl auf 215 Schweine.

Im gesamten Beobachtungszeitraum wurde hauptsächlich die Wirkstoffgruppe der Penicilline sowohl zur Behandlung der Schweine als auch bei der Betrachtung der Anzahl der ausgestellten AuA-Belege verwendet. Bei der Anzahl der behandelten Schweine folgte dann die Wirkstoffgruppe der Makrolide. Wird die Anzahl an ausgestellten AuA-Belegen betrachtet, folgte die Wirkstoffgruppe der Fluorchinolone. Am drittgrößte Gruppe der Schweine wurde mit Tetracyclinen behandelt, wobei die dritthäufigste Ausstellung von AuA-Belegen auf die Wirkstoffgruppe der Makrolide zurückzuführen ist. Etwa 7,5 % der Tiere wurden mit Polypeptidantibiotika behandelt, während etwa 3 % der ausgestellten AuA-Belege auf diese Wirkstoffgruppe zurückzuführen ist. Mit der Wirkstoffgruppe der Cephalosporine der 3. und 4. Generation wurden 1,3 % der Schweine behandelt und in etwa 1,1 % der Fälle AuA-Belege mit dieser antibakteriell wirksamen Arzneimittelgruppe von den Tierärzten und Tierärztinnen der teilnehmenden Praxis ausgestellt. Die Gesamtheit der prozentualen Verteilungen der Wirkstoffgruppen sind in Abbildung 1 dargestellt.

Von den in den drei Beobachtungsjahren insgesamt 5.424.338 mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln behandelten Schweinen, entfielen etwa 63 % auf die Altersklasse der Saugferkel, das entspricht einer Anzahl von 3.402.199 Saugferkeln. Mit etwa 25 % folgte danach die Altersklasse der Aufzuchtferkel mit 1.376.874 Tieren. Etwa 9 % der Behandlungen wurde bei der Altersklasse der Mastschweine mit 470.025 Tieren vollzogen. Danach knüpfte sich die Altersklasse der Jungsauen bzw. der Sauen mit 123.522 behandelten Tieren an. In 0,5 % der Fälle entfielen die Behandlungen auf Zuchtläufer und in 0,3 % der Fälle auf die Altersklasse der Absetzferkel. 9.452 Behandlungen entfielen auf die Gruppe der Mastläufer, wobei diese Zahl für etwa 0,2 % der Behandlungen steht. Insgesamt wurden 2.125 Jungeber bzw. Eber mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln behandelt. 110 Behandlungen entfielen laut den Angaben auf den AuA-Belegen auf Stammsauen und Eber, wobei es nicht möglich war diese Gruppe der Altersklasse der Jungsauen bzw. der Sauen oder der Gruppe der Jungeber bzw. Eber zuzuordnen.



**Abbildung 1: prozentuale Verteilung der Wirkstoffgruppen von den ausgestellten AuA-Belege und behandelten Schweinen der Jahre 2016-2018**

Außerdem wurden die Veränderungen in der Anzahl an Behandlungen mit unterschiedlichen antibakteriellen Wirkgruppen innerhalb der einzelnen Jahre analysiert (siehe Tabelle 1). Insgesamt ließ sich beobachten, dass sich die Anzahl an Behandlungen mit Arzneimitteln der Wirkgruppen von

Aminoglykosiden, Kombinationen von Aminoglykosiden mit Penicillinen oder Lincosamiden, Cephalosporinen der 3. und 4. Generation, Pleuromutilinen, Fluorchinolonen, Penicillinen und Kombinationen aus Sulfonamiden mit Trimethoprimen zwischen den Jahren 2016 und 2018 verminderten, während die Häufigkeiten von Behandlungen mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Makrolide, Tetrazykline, Fenicole und Polypeptidantibiotika anstiegen.

**Tabelle 1: Veränderungen der Anzahl an Behandlungen mit verschiedenen Wirkstoffgruppen von 2016 bis 2018**

	2016 → 2017	2016 → 2018	2017 → 2018
Fenicol	-47%	+ 24%	+ 133%
Aminoglykosid	-97%	-95%	+ 99%
Polypeptidantibiotika	+ 8%	+ 31%	+ 22%
Tetrazyklin	+ 4%	+ 13%	+ 9%
Penicillin	-7%	-1%	+ 6%
Makrolid	+ 2%	+ 1%	-1%
Fluorchinolon	-2%	-15%	-13%
Pleuromutilin	-49%	-75%	-52%
Cephalosporin 3. & 4. Generation	-3%	-54%	-53%
Sulfonamid + Trimethoprim	-56%	-80%	-56%
Aminoglykosid + Lincosamid	-37%	-72%	-56%
Aminoglykosid + Penicillin	14%	-86%	-87%
Lincosamid (2016 + 2017 keine Behandlung)	/	+	+

In den Jahren 2016 – 2018 wurden durchschnittlich 213 Schweine pro ausgestelltten AuA-Beleg mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln behandelt. Werden die verschiedenen Wirkstoffklassen

betrachtet, ergeben sich unterschiedliche Zahlen von behandelten Schweinen pro ausgestelltten AuA-Beleg (siehe Abbildung 2). Insgesamt wurden die meisten Tiere mit durchschnittlich 524 Schweinen pro ausgestelltten AuA-Beleg mit Polpeptidantibiotika behandelt. Danach folgte die Gruppe der Makrolide mit durchschnittlich 405 behandelten Schweinen pro AuA-Beleg. Mit der Wirkstoffgruppe der Penicilline wurden durchschnittlich 192 Schweine pro AuA-Beleg behandelt. Ähnliche Beobachtungen ließen sich für die durchschnittliche Anzahl der behandelten Tiere je Altersklasse pro ausgestelltten AuA-Beleg erkennen (siehe Abbildung 3). Mit durchschnittlich 546 behandelten Schweinen pro ausgestelltten AuA-Beleg, stand bei diesem Rückblick die Altersklasse der Absetzferkel an erster Stelle, gefolgt von der Altersklasse der Saugferkel mit durchschnittlich 398 behandelten Schweinen pro ausgestelltten AuA-Beleg. Durchschnittlich wurden pro ausgestelltten AuA-Beleg 97 Mastschweine mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln behandelt.

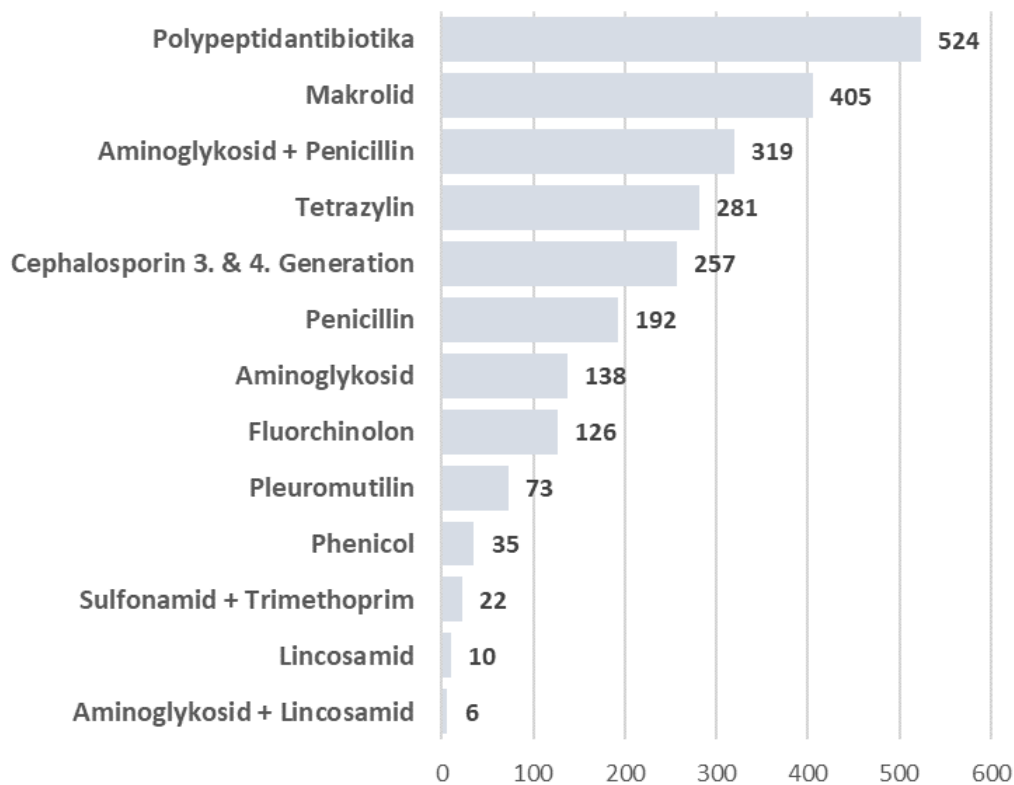
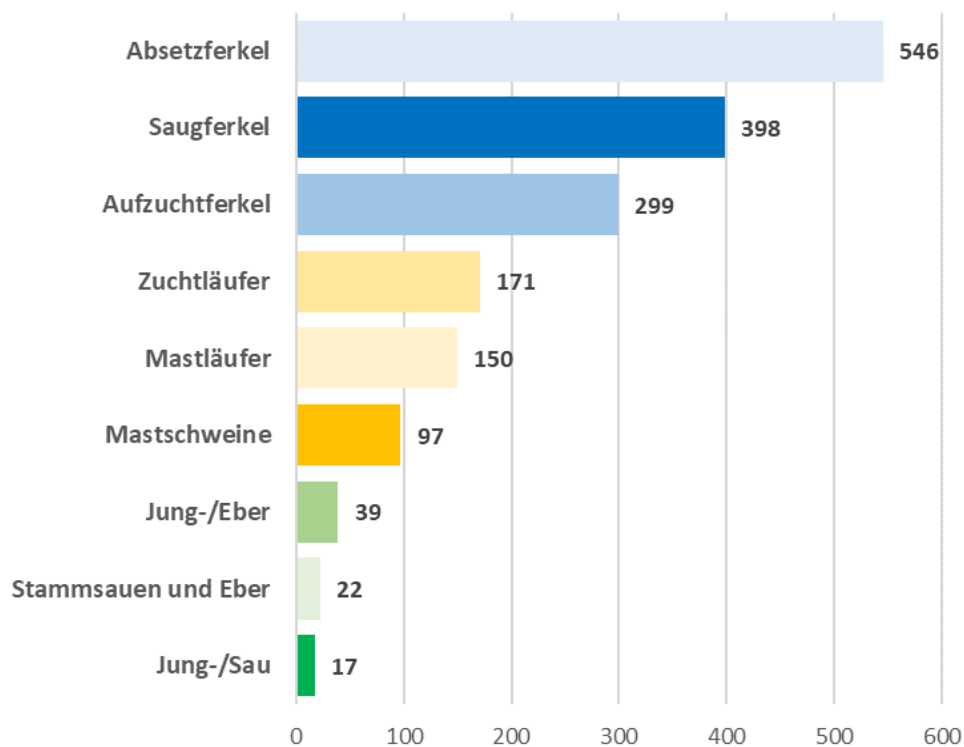
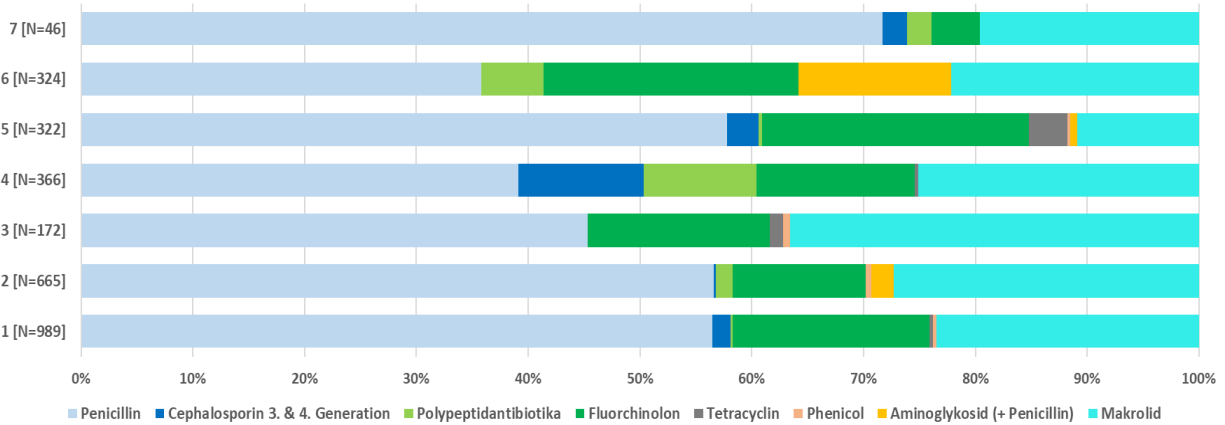


Abbildung 2: Anzahl der behandelten Schweine je Wirkstoffklasse pro ausgestelltten AuA-Beleg 2016-2018



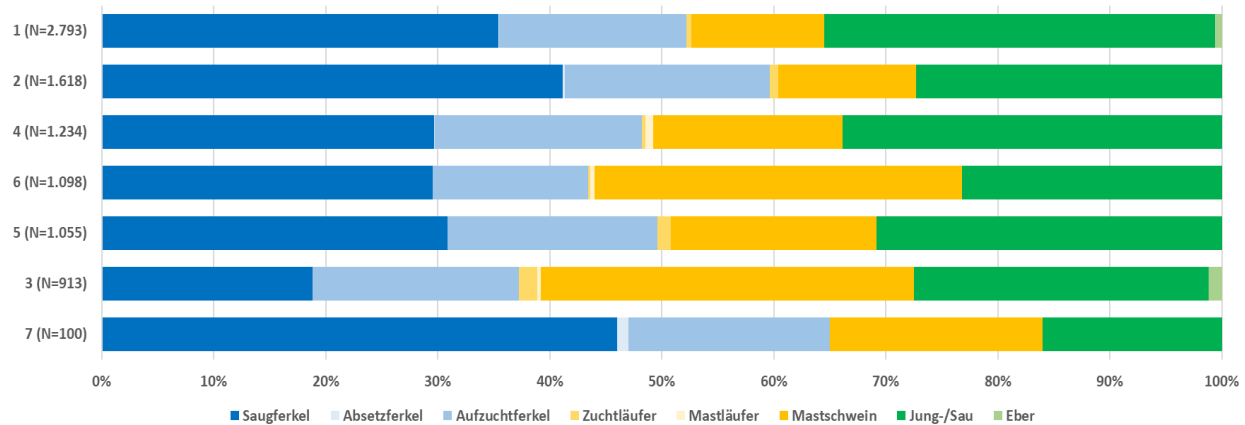
**Abbildung 3: Anzahl der behandelten Schweine je Altersklasse pro ausgestellten AuA-Beleg 2016-2018**

Bei den Analysen der AuA-Belege des Jahres 2016 waren die Kürzel zur Bezeichnung der Tierärzte und Tierärztinnen der teilnehmenden schweinebetreuenden Praxis angegeben. Insgesamt wurden die Belege im Jahr 2016 von sieben unterschiedlichen Tierärzten und Tierärztinnen ausgestellt. Die verschiedenen Tierärzte und Tierärztinnen stellten eine unterschiedliche Anzahl an AuA-Belegen für antibakteriell wirksame Arzneimittel für die Altersklasse der Saugferkel aus, wobei sich die Werte zwischen 989 und 46 ausgestellten AuA-Belegen befinden. Auch die relativen Häufigkeiten der Verschreibung oder Abgabe einer bestimmten Wirkstoffgruppe an Saugferkel unterschieden sich zwischen den sieben Tierärzten und Tierärztinnen (siehe Abbildung 4). Zur Vereinfachung werden nachfolgend die Tierärzte und Tierärztinnen mit den Bezeichnungen TA 1 - TA7 betitelt. In etwa 72 % der Ausstellung von AuA-Belegen benannte TA 7 die Wirkstoffgruppe der Penicilline, wobei TA 6 in etwa 36 % ein Penicillin anwendete oder abgab. Das Maximum der relativen Häufigkeiten bezüglich der Abgabe oder Verschreibung von Cephalosporinen der 3. und 4. Generation lag bei TA 4 bei 11 %, wobei von TA 3 keines dieser Wirkstoffgruppe verschrieben oder abgegeben wurde. Die relativen Häufigkeiten bezüglich der Abgabe oder Verschreibung von Polypeptidantibiotika schwankte zwischen 10 % bei TA 4 und 0 % bei TA 3. Für die Gruppe der Fluorchinolone ergaben sich relative Häufigkeiten zwischen 24 % bei TA 5 und 4 % bei TA 7. Die Werte der Abgabe oder Verschreibung von Tetracyklinen lagen zwischen 3 % bei TA 5 und 0 % bei TA 6 und TA 7. Die relativen Häufigkeiten für die Wirkstoffgruppe der Fencicole lagen allesamt zwischen 0,6 % und 0 %. Die Wirkstoffgruppe der Aminoglykoside und die Wirkstoffgruppe der Kombination von Aminoglykosiden und Penicillinen schwankte zwischen 14 % bei TA 6 und 0 % bei TA 1, TA 3, TA 4 und TA 7. Die relativen Häufigkeiten der Abgabe und Verschreibung von Makroliden an Saugferkel befanden sich zwischen 37 % bei TA 3 und 11 % bei TA 5.



**Abbildung 4: Wirkstoffgruppen von ausgestellten AuA-Belegen 2016 für Saugferkel durch Tierärzte/-innen**

Bei der Analyse der AuA-Belege des Jahres 2016 war zu erkennen, dass die sieben Tierärzte und Tierärztinnen zu unterschiedlichen Anteilen AuA-Belege an verschiedene Altersklassen von Schweinen ausstellten (siehe Abbildung 5). Auch in diesen Ergebnissen werden nachfolgend die Tierärzte und Tierärztinnen mit den Bezeichnungen TA 1 – TA 7 betitelt. Das Maximum an Verschreibungen und Abgaben von antibakteriell wirksamen Arzneimitteln lag bei 2.793, der minimale Wert bei 100. Bei vier AuA-Belegen fehlte das Kürzel für einen Tierarzt oder eine Tierärztin. Bei zwei Tierärztinnen und Tierärzten fehlte in 0,1 % bzw. in 1 % der analysierten AuA-Belege die jeweilige Angabe der Altersklasse. Für die Altersklasse der Saugferkel ergaben sich relative Häufigkeiten zwischen 46 % bei TA 7 und 19 % bei TA 3. TA 7 stellte in 1 % seiner Verschreibungen und Abgaben von antibakteriellen Wirkstoffen die AuA-Belege für Absetzferkel aus, wobei TA 1, TA 3, TA 5 und TA 6 keine AuA-Belege für Absetzferkel schrieben. Bei den Aufzuchtferkeln lagen die Werte der relativen Häufigkeiten zwischen 19 % bei TA 5 und 14 % bei TA 6. Für die Altersklasse der Zuchtläufer wurde von TA 3 in etwa 2 % der Fälle ein AuA-Beleg ausgestellt, wobei sich bei TA 7 keine AuA-Belege für diese Altersklasse ergaben. Das Maximum der relativen Häufigkeiten für Mastläufer lag bei etwa 1 % bei TA 4, während TA 1, TA 2, TA 5 und TA 7 keine AuA-Belege für antibakteriell wirksame Arzneimittel für diese Altersklasse ausstellte. Bei den Mastschweinen wurden relative Häufigkeiten zwischen 33 % bei TA 3 und 12 % bei TA 1 ermittelt. Für die Altersklasse der Jungsau und Sauen ließen sich Werte zwischen 35 % bei TA 1 und 16 % bei TA 7 analysieren. Für Eber wurden lediglich von TA 1 und TA 3 AuA-Belege für die Behandlung mit antibakteriellen Wirkstoffen ausgestellt.



**Abbildung 5: Verordnungen an unterschiedliche Altersklassen von Tierärzten und Tierärztinnen**

## 4.2. Auswertungen der Untersuchungsberichte 2015-2018

Jeder eingesandte Untersuchungsauftrag wurde durch das teilnehmende Labor durch eine individuelle Auftragsnummer gekennzeichnet. Bei bakteriologischen Untersuchungen sind im Jahr 2015 190 Auftragsnummern vergeben worden, das heißt es wurden 190 Aufträge bearbeitet, in denen mindestens eine bakteriologische Untersuchung von den Tierärzten und Tierärztinnen der teilnehmenden schweinebetreuenden Praxis veranlasst wurde. Im Jahr 2016 wurde ein Zuwachs von 2 % auf 194 Auftragsnummern vernommen. Im Jahr 2017 wurde eine Verringerung um 10 % auf 175 Auftragsnummern verzeichnet, um dann im Jahr 2018 um 144 % auf 426 Auftragsnummern anzusteigen. Bei der Anzahl von Auftragsnummern, bei denen im Labor zusätzlich mindestens eine *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung vorgenommen wurde, ließ sich auch ein enormer Zuwachs von 139 Auftragsnummern im Jahr 2017 auf 329 Auftragsnummern im Jahr 2018 erkennen. Während sich in den Jahren 2015 – 2017 eine leicht sinkende Tendenz beobachten ließ. Im Jahr 2015 ergaben sich 167 Auftragsnummern. Zum Jahr 2016 sank diese Anzahl auf 155 Auftragsnummern. Bei den prozentualen Anteilen der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen an den bakteriologischen Untersuchungen wurde innerhalb der vier Beobachtungsjahre eine sinkende Tendenz beobachtet. Im Jahr 2015 belief sich der Anteil auf etwa 88 %, um dann im Jahr 2016 auf etwa 80 % und im Jahr 2017 weiter auf etwa 79 % zu sinken. Auch im Jahr 2018 gab es eine weitere Verringerung des Anteils der Antibiogramme an den bakteriologischen Untersuchungen auf etwa 77 %. Zusätzlich wurde für die Jahre 2016 – 2018 der prozentuale Anteil der Anzahl der Auftragsnummern bei bakteriologischen Untersuchungen, sowie der prozentuale Anteil der Anzahl der Auftragsnummern bei *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen an den ausgestellten AuA-Belegen durch die sieben Tierärzte und Tierärztinnen der teilnehmenden Tierarztpraxis analysiert. In den Jahren 2016 und 2017 lag der prozentuale Anteil der Anzahl von Auftragsnummern bei bakteriologischen Untersuchungen an den Verordnungen von antibakteriell wirksamen Arzneimitteln bei etwa 2 %. Im Jahr 2018 stieg dieser prozentuale Anteil auf 5 % an. Auch bei der Analyse der prozentualen Anteile von *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen an den ausgestellten AuA-Belegen wurde im Jahr 2018 ein Anstieg von 1,8 % (2016) bzw. 1,7 % (2017) auf etwa 4 % berechnet. Tabelle 2 zeigt die Anzahl der Untersuchungsmaterialien, aus denen eine *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung im Labor durchgeführt

wurde. Bei der Analyse fiel auf, dass im Jahr 2018 ein Anstieg der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung von einem Untersuchungsmaterial auf etwa 43 % zu verzeichnen war. Dieses Ergebnis bedeutet, dass im Jahr 2018 in 43 % der Fälle ein Antibiogramm pro Auftragsnummer gemacht wurde.

**Tabelle 2: Anzahl der Untersuchungsmaterialien der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen**

	2016 [N=155]	2017 [N=139]	2018 [N=329]
1 Probe	29,0%	23,7%	42,6%
2 Proben	24,5%	18,0%	22,8%
3 Proben	10,3%	10,8%	16,7%
4 Proben	10,3%	10,8%	5,2%
5 Proben	5,2%	5,0%	2,4%
6 Proben	7,1%	7,2%	5,2%
7 Proben	3,2%	7,2%	1,2%
8 Proben	2,6%	2,9%	0,6%
9 Proben	3,2%	5,8%	0,6%
10 Proben	1,9%	-	1,2%
11 Proben	0,6%	1,4%	-
12 Proben	0,6%	0,7%	0,3%
13 Proben	-	0,7%	0,3%
14 Proben	-	1,4%	-
15 Proben	0,6%	-	0,3%
16 Proben	-	1,4%	0,3%
18 Proben	-	0,7%	-
19 Proben	-	-	0,3%
20 Proben	-	0,7%	-
22 Proben	-	1,4%	-
34 Proben	0,6%	-	-

Bei der Art des Untersuchungsmaterials entfielen in den Jahren 2016 – 2018 von den insgesamt 2.041 *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen etwa 34 % auf Kot- bzw. Kottupfer. Weitere 22 % wurden aus Darmproben oder Darmtupfern angefertigt. Es folgten Nasentupfer und Lungen mit jeweils 8 %. Proben aus Gehirnen wurden in etwa 6 % der Fälle als Untersuchungsmaterial angegeben. In 5 % der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen handelte es sich um Probenmaterial aus den Gelenken. Weitere 4 % entfielen auf die Niere. In etwa 3 % der Untersuchungen wurden zur *in-vitro* Resistenztestung Bakterien aus der Bronchoalveolarflüssigkeit von Schweinen genutzt. Untersuchungsmaterial, welches aus der Milz stammte, wurde zu etwa 3 % für die Untersuchungen verwendet. Es folgten in etwa 2 % der Fälle Hautproben und Proben aus der Serosa. Bakterien, die aus dem Herzen der Schweine gewonnen wurden, wurden in etwa 1 % zur *in-vitro* Sensibilitätsbestimmung genutzt. Für die restlichen Untersuchungsmaterialien ergaben sich jeweils relative Häufigkeiten unter 1 %. Bei der Betrachtung der einzelnen Jahre fiel auf, dass besonders die relativen Häufigkeiten für die Entnahme von Kotproben bzw.



Kottupfern und Nasentupfern, die zur Kultivierung von Bakterien und anschließender *in-vitro* Sensibilitätsbestimmung verwendet wurden im Jahr 2018 zunahm. Während die relativen Häufigkeiten bei den Kotproben bzw. Kottupfern im Jahr 2016 bei 32 % und im Jahr 2017 bei 22 % lagen, machte dieses Untersuchungsmaterial im Jahr 2018 44 % aus. Bei den Nasentupfern lagen die relativen Häufigkeiten im Jahr 2016 bei 7 %, im Jahr 2017 bei 4 % und im Jahr 2018 bei 12 %.

#### 4.2.1. Auswertungen der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen 2015-2018

##### 4.2.1.1. Layout zur *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung

Die Wirkstoffe und die verwendeten Konzentrationsstufen, welche für die *in-vitro* Resistenzprüfung zwischen den Jahren 2016 und 2018 im teilnehmenden Labor verwendet wurden, wurden mit den Empfehlungen der DVG verglichen (siehe

**Tabelle 3).** Es fiel auf, dass sich sowohl die verwendeten Wirkstoffe als auch die getesteten Konzentrationen teilweise unterschieden. Die Testung der antibakteriell wirksamen Arzneimittel Ampicillin, Cephalothin, Tetrazyklin und Erythromycin wurden in der Großtierplatte der DVG e.V. empfohlen, aber befanden sich nicht auf dem Layout des teilnehmenden Labors. Die Testung der antibakteriell wirksamen Arzneimittel Amoxicillin, Cefquinom, Danofloxacin, Marbofloxacin, Neomycin, Apramycin, Doxyzyklin, Oxytetracyklin, Lincomycin + Spectinomycin und Tylosin wurden von dem teilnehmenden Labor geprüft, sind aber nicht auf dem Layout der Großtierplatte der DVG e.V zu finden. Bei den Wirkstoffen Penicillin G, Amoxicillin + Clavulansäure, Ceftiofur, Enrofloxacin, Gentamicin, Spectinomycin, Tiamulin, Tulathromycin, Tilmicosin, Colistin, Florfenicol und Sulfamethoxazol + Trimethoprim wurden von dem teilnehmenden Labor weniger Konzentrationen getestet als auf der Großtierplatte der DVG e.V. empfohlen wurden. Es wurden von der DVG e.V. 94 zu testende Konzentrationsstufen und 2 Wachstumskontrollen bei insgesamt 16 antibakteriell wirksamen Arzneimitteln empfohlen, während vom teilnehmenden Labor 42 Konzentrationsstufen und eine Wachstumskontrolle bei 22 antibakteriell wirksamen Arzneimitteln getestet wurden.

**Tabelle 3: Vergleich der Layouts zur *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung des teilnehmenden Labors und der Großtierplatte der DVG**

	Teilnehmendes Labor		Großtierplatte DVG e.V.	
	Testbereich [µg/ml]	Konzentrations- stufe	Testbereich	Konzentrations- stufe
Penicillin G	0,0625	4	0,06 – 8	8
	0,125			
	2			
	8			
Amoxicillin + Clavulansäure	4 / 2	3	2 / 1 - 16 / 8	4
	8 / 4			
	16 / 8			
Ampicillin	-	-	0,12 - 16	8
Amoxicillin	0,25	5	-	-
	0,5			
	1			
	8			
	16			
Ceftiofur	2	2	0,12 - 4	6
	4			
Cefquinom	2	2	-	-
	4			
Cephalothin	-	-	1 - 16	5
Enrofloxacin	0,25	3	0,015 - 1	7
	0,5			
	1			
Danofloxacin	0,25	1	-	-
Marbofloxacin	1	1	-	-
Neomycin	8	1	-	-
Gentamicin	4	2	0,12 - 8	7
	8			
Spectinomycin	32	2	4 - 64	5
	64			
Apramycin	16	1	-	-
Doxyzyklin	2	2	-	-
	4			
Oxytetracyklin	0,5	5	-	-
	1			
	2			
	4			
	8			
Tetracyklin	-	-	0,12 - 8	7

Lincomycin + Spectinomycin	8 / 32	1	-	-
Tiamulin	16	1	0,25 - 32	8
Tylosin	1	1	-	-
Tulathromycin	16	3	1 - 32	6
	32			
	64			
Tilmicosin	16	1	0,5 - 16	6
Erythromycin	-	-	0,12 - 4	6
Colistin	2	2	0,5 - 2	3
	4			
Florfenicol	2	2	1 - 8	4
	4			
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	0,5 / 9,5	2	0,25 / 4,75 - 2 / 38	4
	2 / 38			
Konzentrationsstufen [Summe]		42		94
Wachstumskontrolle		1		2
Gesamt		43		96

#### 4.2.1.2. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Actinobacillus pleuropneumoniae*

Die 28 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeiten der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Actinobacillus pleuropneumoniae* stammten insgesamt von 19 verschiedenen Auftragsnummern. Auf den Untersuchungsberichten fehlten bei fünf Antibiogrammen das Ergebnis von Doxzyklin und bei einem Antibiogramm das Ergebnis der Kombination von Amoxicillin mit Clavulansäure. Bei neun Ergebnissen fehlte die Angabe der Altersklasse. Jeweils sechs Ergebnisse stammten von Absetzferkeln und Mastschweinen, drei von Flatdeckferkeln, zwei von Tieren mit 55 kg und jeweils ein Ergebnis von einem Tier mit 40 kg bzw. einem Eber. Bei 20 Ergebnissen wurde der Erreger aus der Lunge isoliert, während drei Isolate aus dem Perikard stammten. Bei jeweils einem Untersuchungsmaterial handelte es sich um Proben aus dem Gehirn, aus einem Gelenk, aus der Milz, aus der Niere und aus der Trachea. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade wurden für den Wirkstoff Florfenicol und der Kombination aus Amoxicillin mit Clavulansäure analysiert (siehe Abbildung 6). In

Tabelle 4 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

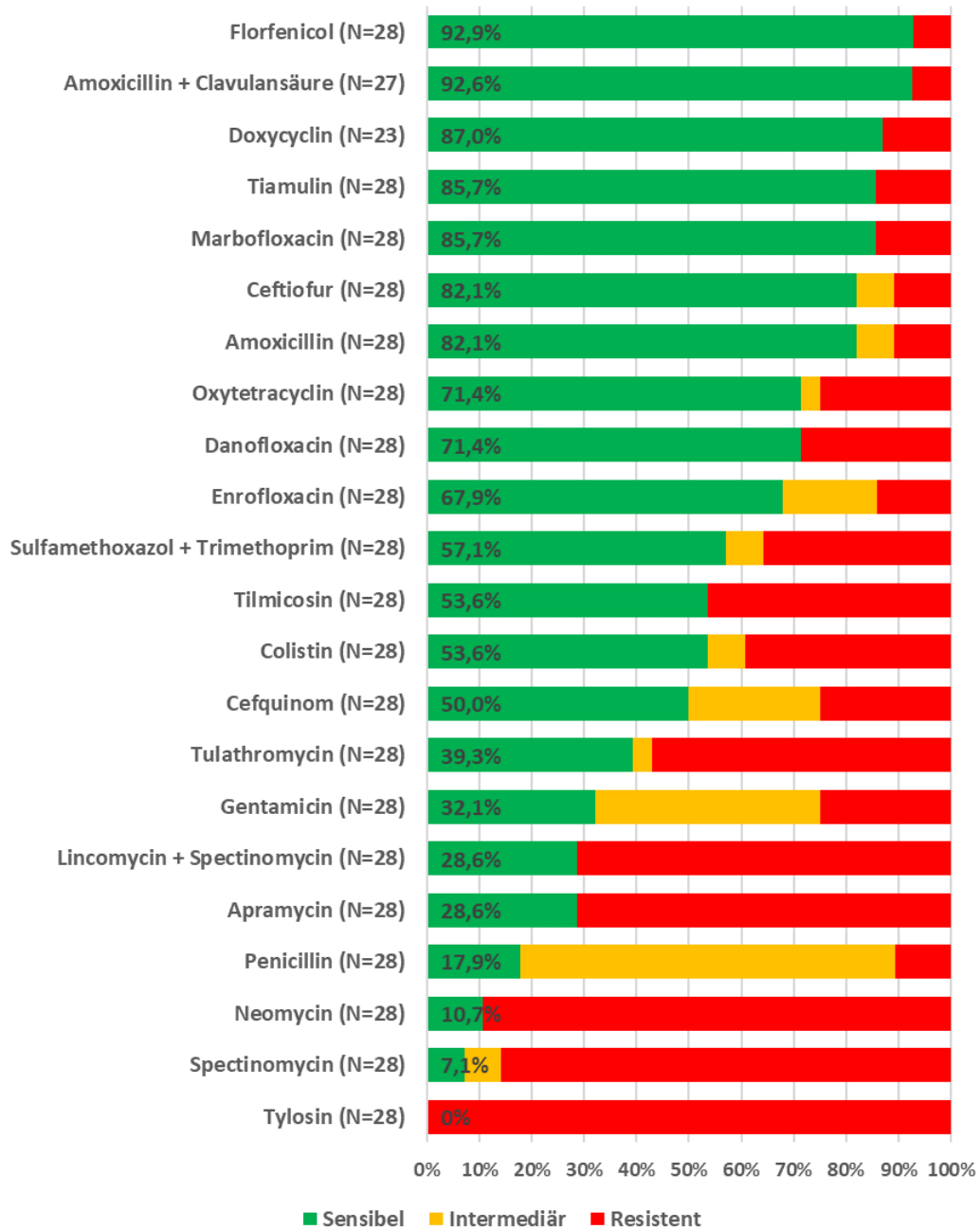


Abbildung 6: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Actinobacillus pleuropneumoniae*

**Tabelle 4: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Actinobacillus pleuropneumoniae* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

Wirkstoff	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2	-	R >16/8
Amoxicillin	S ≤0.25; S =8	-	R >16
Apramycin	S ≤16	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	I =4	R >4
Ceftiofur	S ≤2	-	R >4
Colistin	S ≤2	I =4	R >4
Danofloxacin	S ≤0.25	-	R >0.25
Doxyzyklin	S ≤2; S =4	-	R >4
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =1	R >1
Florfenicol	S ≤2	-	R >4
Gentamicin	S ≤4	I =8	R >8
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R >8/32
Marbofloxacin	S ≤1	-	R >1
Neomycin	S ≤8	-	R >8
Oxytetracyclin	S ≤0.5; S =1; S =4	I =1	R >8
Penicillin	S =0.125	I =2	R >8
Spectinomycin	S ≤32	-	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S ≤0.5/9.5	-	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	-	-	R >1
Tulathromycin	S ≤16; S =64	I =32	R =64; R >64

#### 4.2.1.3. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Bordetella bronchiseptica*

Die 63 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Bordetella bronchiseptica* stammten insgesamt von 56 verschiedenen Auftragsnummern. Auf den Untersuchungsberichten fehlten insgesamt Ergebnisse von zwei Antibigrammen, bei weiteren zwei Antibigrammen die Ergebnisse von Doxyzyklin und Oxytetracyclin und bei einem weiteren Antibiogramm die Ergebnisse von Enrofloxacin und Ceftiofur. Bei 15 Ergebnissen fehlte die Angabe der Altersklasse. 22 Ergebnisse stammten von Proben aus Mastschweinen, weitere acht aus Flatdeckferkeln. Bei fünf Befunden wurde die Angabe Ferkel gemacht. Vier Proben wurden von Saugferkeln untersucht. Jeweils drei Materialien gingen aus Absetz- bzw. Aufzuchtferkeln hervor. Zweimal wurde die Angabe Sau bzw. Jungsau gemacht. Eine weitere Probe, aus welcher *Bordetella bronchiseptica* für die anschließende *in-vitro* Resistenzbestimmung isoliert wurde, stammte aus einem 15 kg schwerem Schwein. Bei 48 % wurden Nasentupfer als Untersuchungsmaterial verwendet, weitere 35 % aus Lungen bzw. direkt aus den Bronchien. Neun Ergebnisse stammten aus der Bronchoalveolarflüssigkeit. Bei einem weiteren

Probematerial handelte es sich um Material aus dem Perikard. Bei einem Befund fehlte die Angabe des Untersuchungsmaterials. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade wurden für den Wirkstoff Tulathromycin und Colistin ausgewertet (siehe Abbildung 7). In Tabelle 5 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

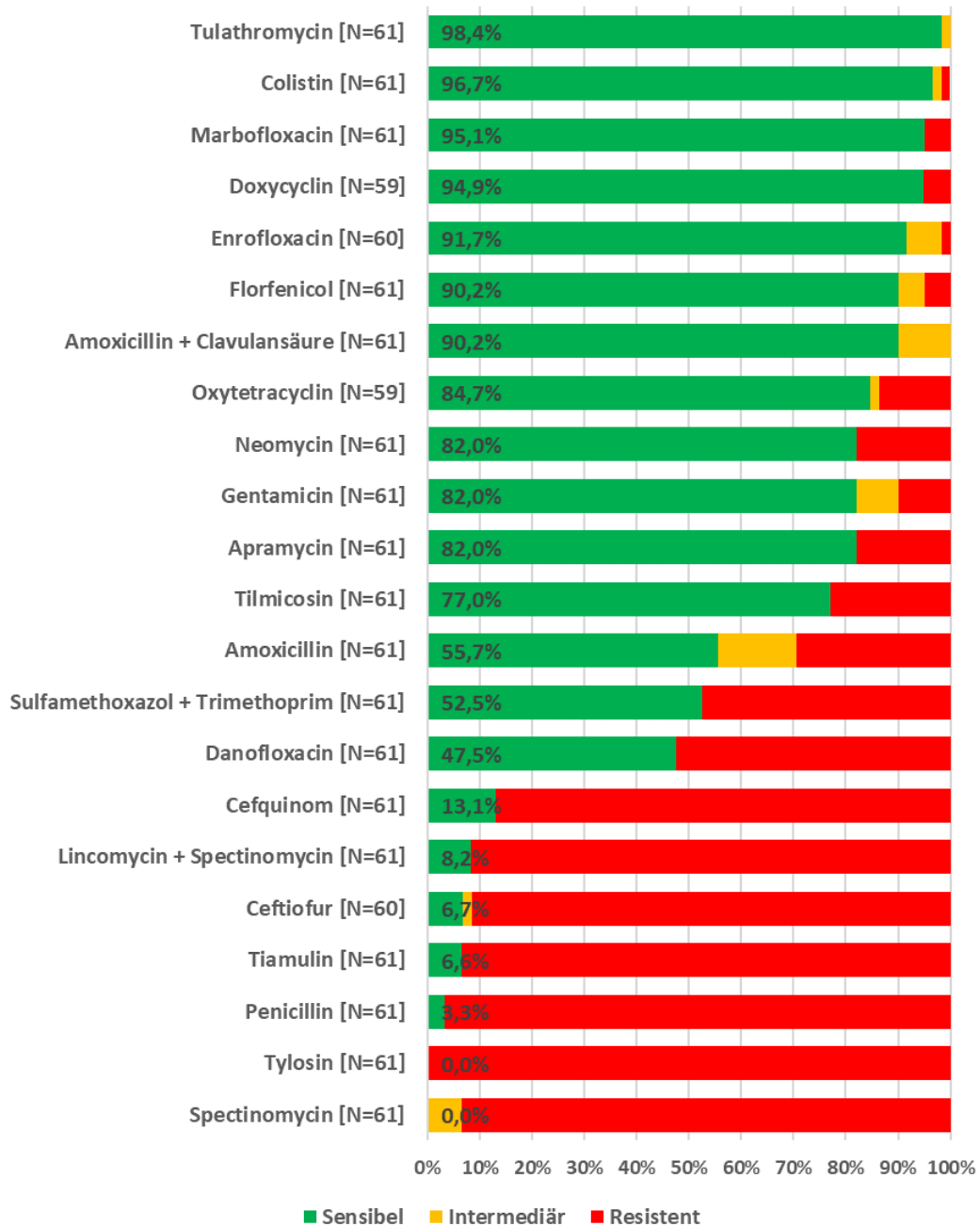


Abbildung 7: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Bordetella bronchiseptica*

**Tabelle 5: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Bordetella bronchiseptica* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

Wirkstoff	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2; S =8/4	I =16/8	-
Amoxicillin	S =8	I =1; I =16	R =8; R =16; R >16
Apramycin	S ≤16	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	-	R >4
Ceftiofur	S ≤2	I =4	R >4
Colistin	S ≤2	I =4	-
Danofloxacin	S ≤0.25	-	R >0.25
Doxycyclin	S ≤2	-	R >4
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =0.5	
Florfenicol	S ≤2	I =4	R >4
Gentamicin	S ≤4	I =8	R >8
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R >8/32
Marbofloxacin	S ≤1	-	R >1
Neomycin	S ≤8	-	R >8
Oxytetracyclin	S ≤0,5; S ≤1; S =1; S =2; S =4	-	R >8
Penicillin	-	-	R =8; R >8
Spectinomycin	-	I =64	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S ≤0,5/9,5; S =2/38	-	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	-	-	R >1; R >16
Tulathromycin	S ≤16	I =32	-

#### 4.2.1.4. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Haemophilus parasuis*

Die 84 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Haemophilus parasuis* stammten insgesamt von 65 verschiedenen Auftragsnummern. Bei vier Antibiogrammen fehlten die Ergebnisse von Ceftiofur, Marbofloxacin, Danofloxacin, Cefquinom, Amoxicillin, Tiamulin, Tilmicosin, Spectinomycin + Lincomycin, Gentamicin, Apramycin, Neomycin, Tylosin und Sulfamethoxazol + Trimethoprim. Bei fünf Antibiogrammen fehlten die Ergebnisse von Enrofloxacin, Doxycyclin, Oxytetracyclin, Penicillin und Tulathromycin. Bei sechs Antibiogrammen fehlte das Ergebnis von Spectinomycin. Bei sieben Antibiogrammen fehlte das Ergebnis von Amoxicillin + Clavulansäure. Bei acht Antibiogrammen fehlte das Ergebnis von Florfenicol und Colistin. Zu etwa 33 % fehlte die Angabe einer Altersklasse. 28 Proben stammten von Ferkeln, weitere 14 von Flatdeckferkeln. Siebenmal wurde die Angabe von Saugferkeln gemacht. Fünf Ergebnisse sind auf Absetzferkel zurückzuführen. Weitere vier Proben wurden von Mastläufern bzw. Mastschweinen für die Untersuchungen verwendet. Bei 32



ausgewerteten Antibiogrammen, ging das Untersuchungsmaterial aus der Lunge hervor, weitere 27 aus der Bronchoalveolarflüssigkeit. Nasentupfer wurden acht- und Proben aus dem Perikard siebenmal untersucht. Drei Materialien stammten aus Gehirnen und vier aus Gelenken von Schweinen, zwei aus dem Herzen. Bei einer weiteren Matrix handelt es sich um eine Probe aus der Lunge oder aus einem Nasentupfer. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade ließen sich für die Kombination von Amoxicillin mit Clavulansäure und Florfenicol ermitteln (siehe Abbildung 8). In Tabelle 6 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

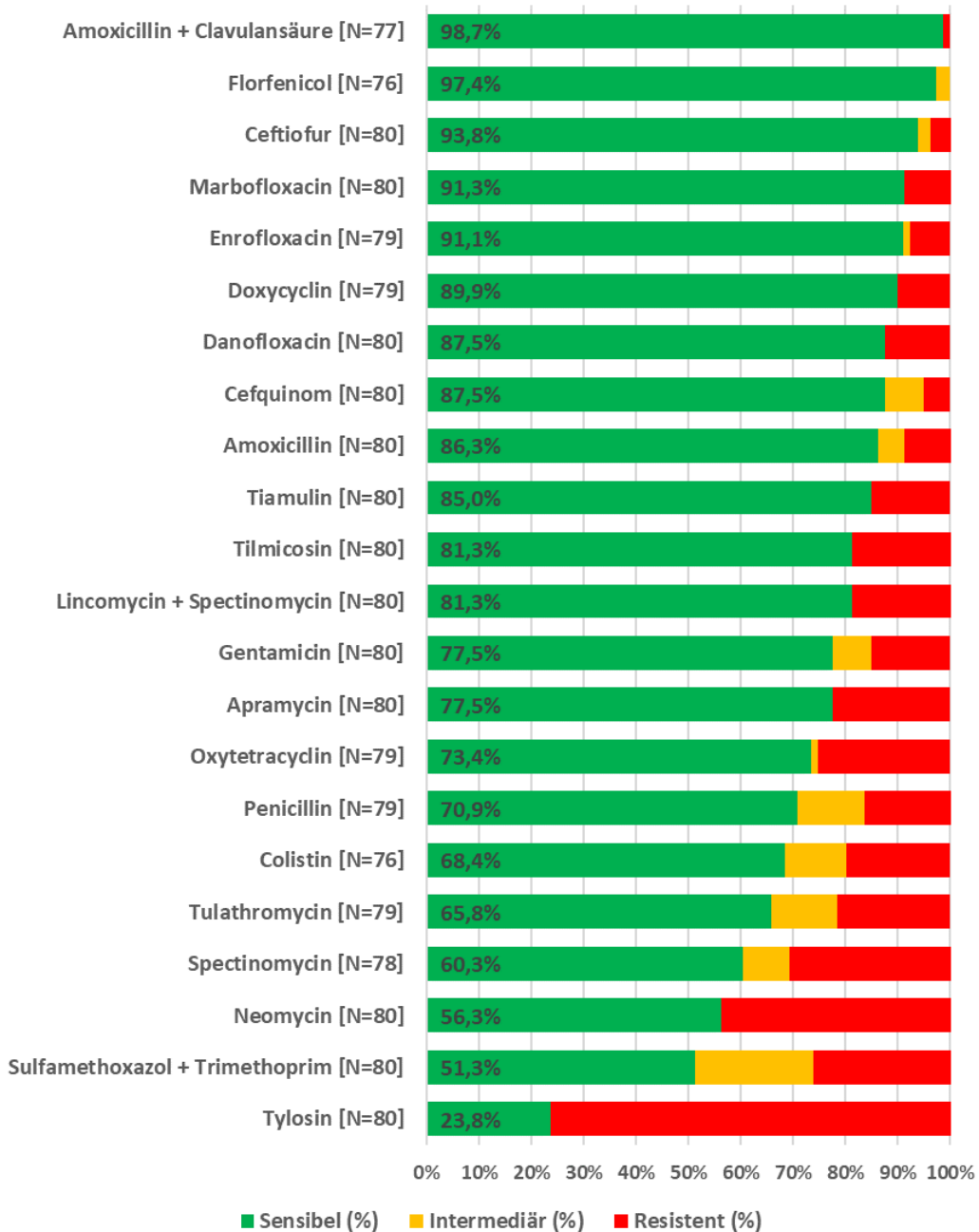


Abbildung 8: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Haemophilus parasuis*

**Tabelle 6: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Haemophilus parasuis* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

Wirkstoff	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2	-	R >16/8
Amoxicillin	S ≤0.25; S =0.5; S =8	I =16	R >16
Apramycin	S ≤16	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	I =4	R >4
Ceftiofur	S ≤2	-	R >4
Colistin	S ≤2	I =4	R >4
Danofloxacin	S ≤0.25	-	R >0,25
Doxyzyklin	S ≤2; S =4	-	R >4
Enrofloxacin	S ≤0.25	-	R >1
Florfenicol	S ≤2	-	-
Gentamicin	S ≤4	I =8	R >8
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R >8/32
Marbofloxacin	S ≤1	-	R >1
Neomycin	S ≤8	-	R >8
Oxytetracyclin	S ≤0,5; S =2; S =4	I =8	R >8
Penicillin	S ≤0.0625; S =0,125	I =2	R >8
Spectinomycin	S ≤32	I =64	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S ≤0.5/9.5	I =2/38	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	S ≤1	-	R >1
Tulathromycin	S ≤16	I =32	R >64

#### 4.2.1.5. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Pasteurella multocida*

Die 81 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Pasteurella multocida* stammten insgesamt von 71 verschiedenen Auftragsnummern. Bei einem Antibiogramm fehlten die Ergebnisse von Marbofloxacin, Ceftiofur, Amoxicillin + Clavulansäure, Tulathromycin, Tilmicosin, Tiamulin, Sulfamethoxazol + Trimethoprim, Enrofloxacin, Cefquinom, Amoxicillin, Penicillin, Apramycin, Danofloxacin, Lincomycin + Spectinomycin, Oxytetracyclin, Gentamicin, Neomycin, Spectinomycin, Tylosin. Bei zwei Antibigrammen fehlte das Ergebnis von Colistin. Bei vier Antibigrammen fehlte der Befund von Florfenicol und bei 21 Antibigrammen das Ergebnis von Doxyzyklin. Bei 28 Ergebnissen fehlte die Angabe der Altersklasse. Knapp 30 % der Untersuchungen

wurden aus Proben von Mastschweinen durchgeführt. Jeweils neun Ergebnisse stammten von Flatdeckferkeln bzw. von Ferkeln, weitere drei von Absetzferkeln bzw. Saugferkeln. Zwei Ergebnisse sind auf Untersuchungen von Probenmaterial von Jungsaugen zurückzuführen. Jeweils eine weitere Probe wurde von Läufern, Mastläufern und neun Wochen alten Tieren für die Untersuchungen verwendet. Der Hauptanteil des untersuchten Materials ging auf Proben von Lungen bzw. Bronchien (n=31) und Proben von Nasentupfern (n=29) zurück. 15 Ergebnisse stammten aus Untersuchungen von Bronchoalveolarflüssigkeit. Jeweils eine weitere Untersuchung war aus Proben von Nasentupfer und Lunge, Perikard, Herz, Perikard und Lunge und einem Tupfer durchgeführt worden. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade ließen sich für Florfenicol, Marbofloxacin, Ceftiofur und der Kombination von Amoxicillin mit Clavulansäure ermitteln (siehe Abbildung 9). In Tabelle 7 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

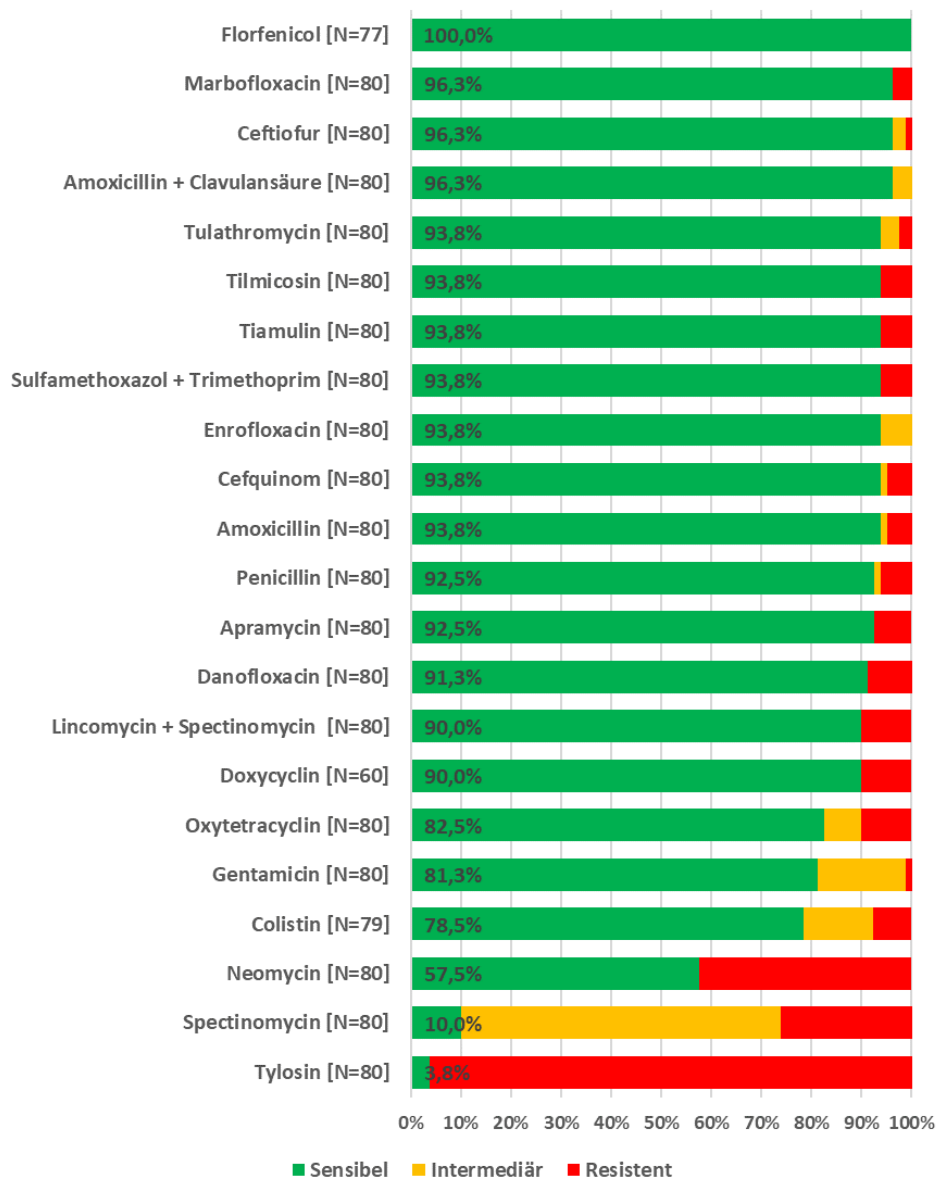


Abbildung 9: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Pasteurella multocida*

**Tabelle 7: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Pasteurella multocida* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2	I =16/8	-
Amoxicillin	S ≤0.25; S =1	I =16	R =8; R =16
Apramycin	S ≤16	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	-	R >4
Ceftiofur	S ≤2	I =4	R >4
Colistin	S ≤2	I =4	R >4
Danofloxacin	S ≤0.25	-	R >0,25
Doxyzyklin	S ≤2	-	R >4
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =0,5	-
Florfenicol	S ≤2	-	-
Gentamicin	S ≤4	I =8	R >8
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R >8/32
Marbofloxacin	S ≤1; S ≤16	-	R >1; R >16
Neomycin	S ≤8	-	R >8
Oxytetracyclin	S ≤0,5; S ≤2; S =1; S =2; S =4	I =1; R =8	R =2; R >8
Penicillin	S ≤0.0625; S =0,125	-	R =8; R >8
Spectinomycin	S ≤32	I =64	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S ≤0.5/9.5; S =2/38	-	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	S ≤1	-	R >1
Tulathromycin	S ≤16	I =32	-

#### 4.2.1.6. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Streptococcus suis*

Die 233 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Streptococcus suis* stammten insgesamt von 105 verschiedenen Auftragsnummern. Für Colistin fehlte bei einem Antibiogramm das Ergebnis. Bei zwei Antibiogrammen fehlte das Ergebnis für Sulfamethoxazol und Trimethoprim. Für Gentamicin wurde bei drei Antibiogrammen keine Aussage zum Ergebnis gemacht, während das Ergebnis für Spectinomycin bei sieben Antibiogrammen fehlte. Bei Doxyzyklin wurde in 12 Fällen keine Aussage zur *in-vitro* Wirksamkeit verzeichnet. Bei 35 Ergebnissen fehlte die Angabe der Altersklasse. 53 % der Untersuchungen wurden aus Proben von Schweinen durchgeführt, welche weniger als 30 kg wogen, jeweils weitere 10 % von Saugferkeln bzw. Ferkeln. 18 Ergebnisse stammten von Flatdeckferkeln. Bei jeweils drei Untersuchungen wurde die Altersklasse Mastschwein bzw. Absetzferkel angegeben. Zwei Ergebnisse lassen sich auf die Untersuchung von Proben von Sauen und eine weitere von

Proben eines Aufzuchtferkels zurückführen. Bei einem Großteil des untersuchten Materials handelte es sich um Proben aus dem Gehirn (33 %) bzw. aus Gelenken (27 %) von Schweinen. 25 Proben stammten aus der Milz, während 19 Proben aus der Niere gewonnen wurde. Die relativen Häufigkeiten für die Untersuchung von Lungen bzw. Bronchien entsprachen etwa 6 %, gefolgt von Proben aus dem Herzen mit 5 %. Liquor wurde siebenmal für die Untersuchungen verwendet, während Proben aus der Bronchoalveolarflüssigkeit fünfmal verwendet wurde. Jeweils drei Proben stammten aus der Leber bzw. aus der Serosa. Jeweils ein Untersuchungsmaterial entsprach einem Augentupfer, Magen, Hirnhaut, einem Tierkörper und einem Tupfer. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade ließen sich für ermitteln (siehe Abbildung 10). In Tabelle 8 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

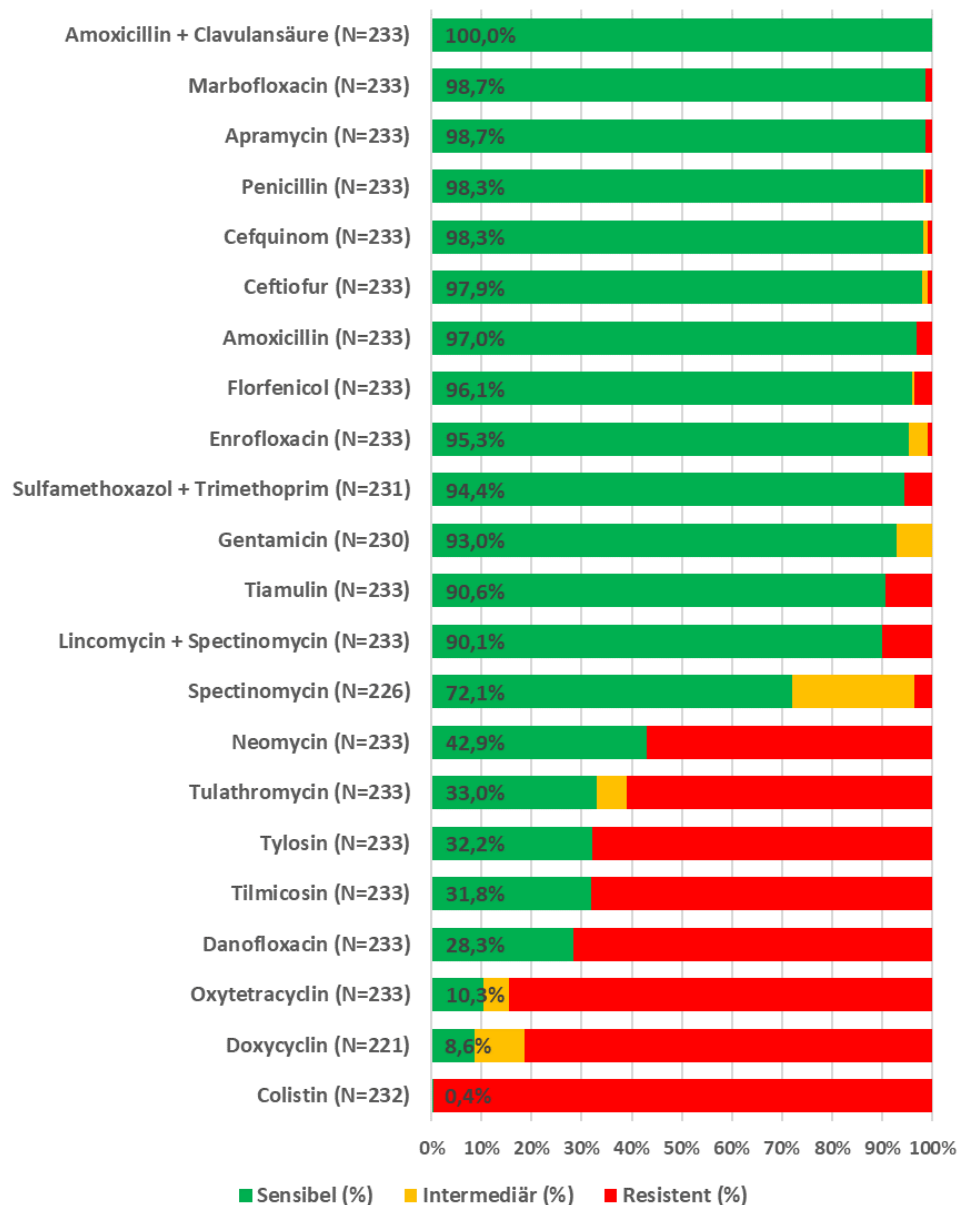


Abbildung 10: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Streptococcus suis*

**Tabelle 8: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Streptococcus suis* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2	-	-
Amoxicillin	S ≤0.25	-	R =0.5; R =8; R =16
Apramycin	S ≤16	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	I =4	R >4
Ceftiofur	S ≤2	I =4	R >4
Colistin	S ≤2	-	R >4
Danofloxacin	S ≤0.25	-	R >0,25
Doxyzyklin	S ≤2	I =4	R >4
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =0,5	R >1
Florfenicol	S ≤2	I =4	R >4
Gentamicin	S ≤4	I =8	-
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R >8/32
Marbofloxacin	S ≤1	-	R >1
Neomycin	S ≤8	-	R >8
Oxytetrazyklin	S ≤0,5; S =1; S =2;	I =4	R =8; R >8
Penicillin	S ≤0.0625; S =0.125	-	R =2
Spectinomycin	S ≤32	I =64	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S ≤0.5/9.5; S =2/38	-	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	S ≤1	-	R >1
Tulathromycin	S ≤16	I =32	R =64; R >64

#### 4.2.1.7. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Clostridium perfringens*

Die 141 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Streptococcus suis* stammten insgesamt von 97 verschiedenen Auftragsnummern. Bei einem Antibiotogramm fehlte das Ergebnis von Amoxicillin + Clavulansäure, Florfenicol, Ampicillin, Doxyzyklin, Tiamulin, Lincomycin + Spectinomycin, Tilmicosin, Tylosin, Marbofloxacin, Tulathromycin, Cefquinom, Enrofloxacin, Oxytetrazyklin, Sulfamethoxazol und Trimethoprim, Danofloxacin, Colistin, Spectinomycin, Neomycin und Gentamicin. Für Apramycin fehlte zweimal der Befund, während er für Ceftiofur und Apramycin dreimal fehlte. Bei 15 Ergebnissen wurde keine Angabe zur Altersklasse gemacht. 80 % der Untersuchungen, wurde aus Probenmaterial von Saugferkeln gemacht. Fünfmal wurde die Angabe Ferkel und viermal die Angabe Flatdeckferkel gemacht. Dreimal wurden die Erreger aus Proben von Sauen bzw. Jungsauen kultiviert, während eine Probe von einem Absetzferkel stammte. Bei dem

Untersuchungsmaterial handelte es sich zu 83 % um Kotproben bzw. Kottupfern. Während die übrigen Proben aus dem Darm stammten. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade ließen sich für Amoxicillin + Clavulansäure und Florfenicol ermitteln (siehe Abbildung 11). In Tabelle 9 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

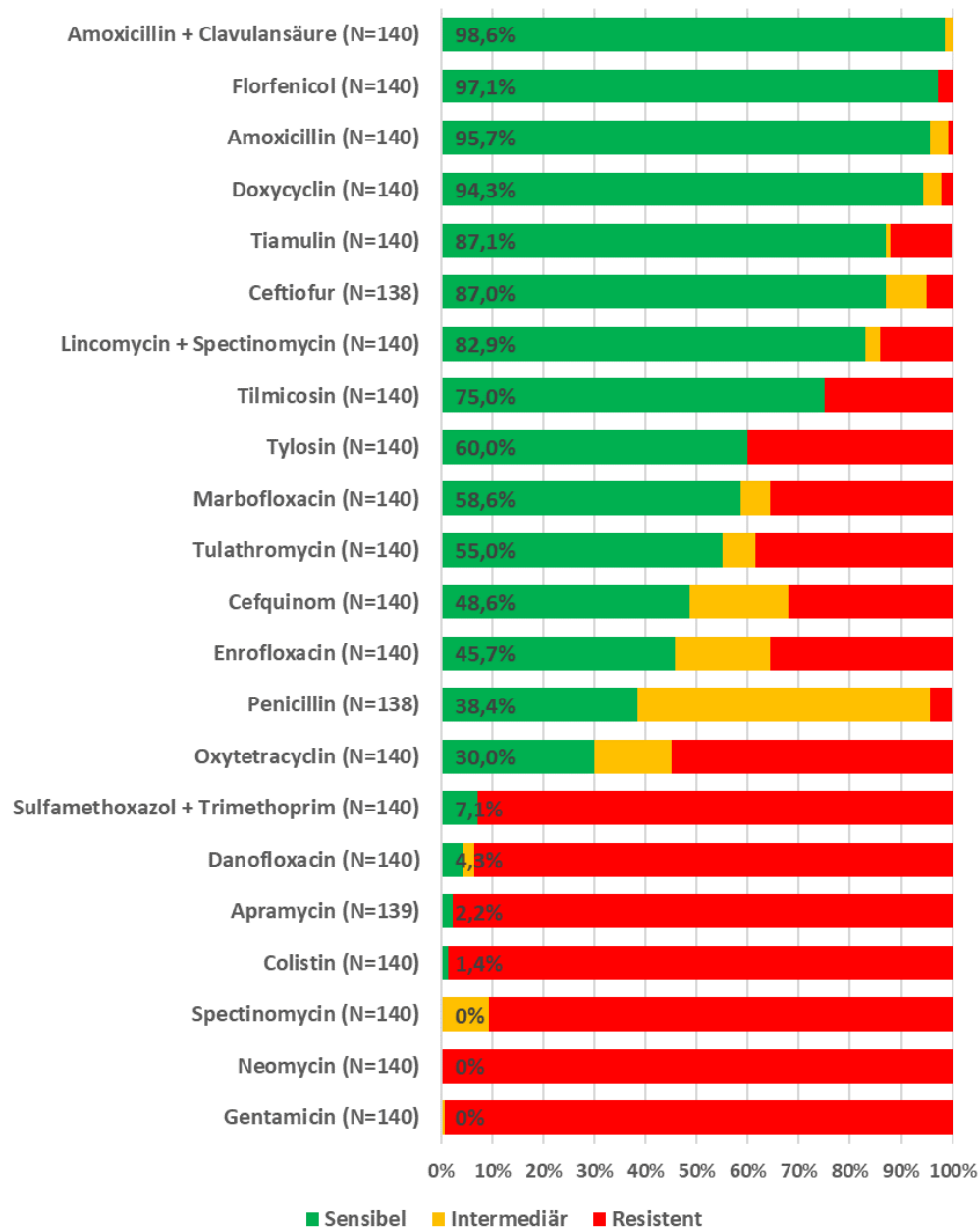


Abbildung 11: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Clostridium perfringens*

**Tabelle 9: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Clostridium perfringens* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2	-	-
Amoxicillin	S ≤0,25; S =0,5; S =1; S =8	I =16	-
Apramycin	-	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	I =4	R >4
Ceftiofur	S ≤2	I =4	-
Colistin	-	-	R >4
Danofloxacin	S ≤0,25	-	R >0,25
Doxyzyklin	S ≤2; S =4	-	R >4
Enrofloxacin	S ≤0,25	I = 0,5; I =1	R >1
Florfenicol	S ≤2	-	-
Gentamicin	-	-	R >8
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R ≥2/38
Marbofloxacin	S ≤1	-	R >1
Neomycin	-	-	R >8
Oxytetracyclin	S ≤0,5; S =2; S =4	I =8	R >8
Penicillin	S ≤0,0625; S =0,125	I =2	R =8; R >8
Spectinomycin	-	I =64	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S =2/38	-	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	S ≤1	-	R >1
Tulathromycin	S ≤16	I =32	R >64

#### 4.2.1.8. *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung: *Escherichia coli*

Die 1.100 Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen der Jahre 2016 -2018 für den Erreger *Escherichia coli* stammten insgesamt von 305 verschiedenen Auftragsnummern. Bei 24 Ergebnissen fehlten die Befunde für Apramycin, Neomycin, Ceftiofur, Marbofloxacin, Danofloxacin, Lincomycin und Spectinomycin, Tilmicosin, Tiamulin, Tylosin und Penicillin. Für Gentamicin und Oxytetracyclin fehlten bei 25 Ergebnissen die entsprechende Einteilung der *in-vitro* Wirksamkeit. Für Amoxicillin, sowie Amoxicillin und Clavulansäure waren bei 27 Ergebnissen die Befunde nicht angegeben. Für Florfenicol und Spectinomycin waren 1.068, für Doxyzyklin 1.067, für Tulathromycin 1.064, für Sulfamethoxazol und Trimethoprim 1.063, für Cefquinom 1.060 und für Colistin 1.058 Ergebnisse mit Befundung vorhanden. Bei



215 Ergebnissen war keine Aussage zur Altersklasse gemacht worden. 67 % der Untersuchungen gingen auf die Altersklasse der Saugferkel, weitere 15 % auf die Altersklasse der Ferkel zurück. Weitere 129 Ergebnisse waren auf Flatdeckferkel, 93 auf Absetzferkel, 31 auf Sauen oder Jungsaunen und 26 auf Mastschweine zurückzuführen. Siebzehnmals stammten die Ergebnisse von Proben aus der Aufzucht und zwölfmal von Schweinen, die weniger als 30 kg wogen. Weniger als 1 % der Untersuchungen wurden jeweils von Proben aus Mastläufern bzw. Läufern, Tieren aus der Vormast, adulten Schweinen, sowie Schweinen mit mehr als 30 kg durchgeführt. Bei 52 % der Ergebnisse handelte es sich um untersuchte Kotproben bzw. Kottupfer. 38 % ließen sich auf Untersuchungen von Darmproben zurückführen. Die Niere wurde achtunddreißigmal und die Milz sechszehnmals als Untersuchungsmaterial angegeben. Jeweils 11 Proben stammten aus der Lunge bzw. aus Vaginaltupfern. Weniger als 1 % des Untersuchungsmaterials entsprach jeweils Material aus dem Gehirn, aus der Serosa, aus dem Gelenk, aus Urin, aus dem Herz, aus der Leber, aus der Cervix, aus der Hirnhaut, aus dem Liquor, aus einem Bauchhöhlenerguss, aus einem Darmlymphknoten und aus einem Tupfer. Die höchsten *in-vitro* Sensibilitätsgrade ließen sich für Apramycin und Colistin ermitteln (siehe Abbildung 12). In Tabelle 10 wurden die Grenzwerte dargestellt, die zur Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen verwendet wurden.

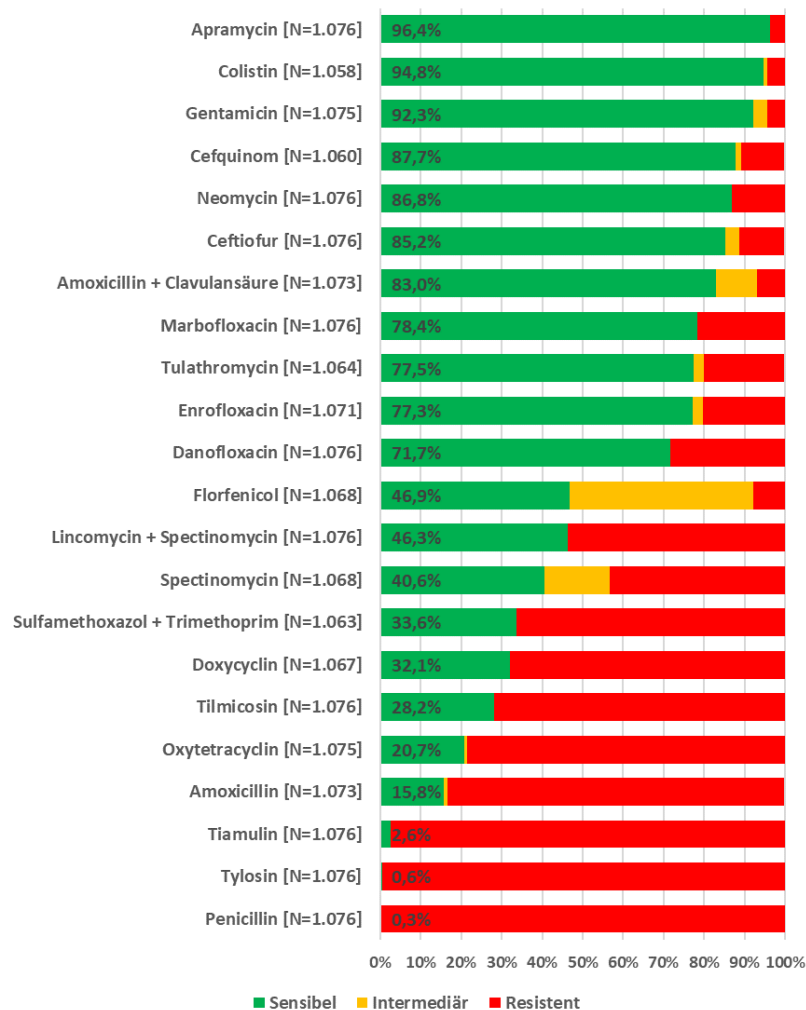


Abbildung 12: Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen von *Escherichia coli*

**Tabelle 10: Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen aus *Escherichia coli* in Sensibel, Intermediär und Resistent verwendet wurden**

Wirkstoff	Sensibel	Intermediär	Resistent
Amoxicillin + Clavulansäure	S ≤4/2; S =8/4	I =16/8	R >16/8
Amoxicillin	S =0,5; S =1; S =8	-	R >16
Apramycin	S ≤16	-	R >16
Cefquinom	S ≤2	I =4	R >4
Ceftiofur	S ≤2	I =4	R >4
Colistin	S ≤2	I =4	R >4
Danofloxacin	S ≤0.25	-	R >0.25
Doxyzyklin	S ≤2; S =4	-	R >4
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =0,5; I =1	R >16
Florfenicol	S ≤2	I =4	R >4
Gentamicin	S ≤4	I =8	R >8
Lincomycin + Spectinomycin	S ≤8/32	-	R >8/32
Marbofloxacin	S ≤1	-	R >1
Neomycin	S ≤8	-	R >8
Oxytetracyclin	S ≤0.5; S =1; S =2; S =4;	I =8	R >8
Penicillin	S ≤0.0625	-	R >8; R =8
Spectinomycin	S ≤32	I =64	R >64
Sulfamethoxazol + Trimethoprim	S ≤0,5/9,5; S =2/38	-	R >2/38
Tiamulin	S ≤16	-	R >16
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16
Tylosin	S ≤16	-	R >1; R >16
Tulathromycin	S ≤16	-	R =64; R >64;

4.2.1.9. *Veränderungen der in-vitro Sensibilitätswahrscheinlichkeiten in den Jahren 2015 – 2018*

In

**Tabelle 11** wurden die Veränderungen der *in-vitro* Wirksamkeiten für den Erreger *E. coli* während der Beobachtungsjahre dargestellt. Verglichen wurden jeweils die fünf antibakteriellen Wirkstoffe, die bei der Testung die höchsten *in-vitro* Wirksamkeitswahrscheinlichkeiten in den einzelnen Jahren aufzeigten. Apramycin und Colistin zeigten während dieser drei Jahre die höchsten *in-vitro* Wirksamkeiten der getesteten Antibiotika an. Es fiel dabei auf, dass es innerhalb der Jahre 2016- 2018 ähnliche Ergebnisse mit leichten Veränderungen existierten, während sich für das Jahr 2015 unterschiedliche Werte ergaben.

**Tabelle 11: Veränderungen der *in-vitro* Wirksamkeit für *E. coli* von 2015 - 2018**

2018		2017		2016		2015	
Sensibel		Sensibel		Sensibel		Sensibel	
Apramycin (N=451)	96,5%	Apramycin (N=357)	94,1%	Apramycin (N=268)	99,3%	Gentamicin (N=231)	91,8 %
Colistin (N=448)	95,5%	Colistin (N=343)	91,5%	Colistin (N=267)	97,8%	Tulathromycin (N=54)	90,7 %
Cefquinom (N=449)	94,7%	Gentamicin (N=357)	89,1%	Gentamicin (N=268)	93,3%	Ceftiofur (N=54)	87 %
Gentamicin (N=450)	94,2%	Neomycin (N=357)	84,3%	Tulathromycin (N=268)	89,6%	Colistin (N=231)	80,1 %
Ceftiofur (N=451)	91,4%	Cefquinom (N=343)	81,0%	Neomycin (N=268)	87,3%	Tilmicosin (N=54)	77,8 %

#### 4.2.1.10. Standortabhängige Unterschiede bei den *in-vitro* Resistenzprofilen

Für diese Analyse wurden die Ergebnisse der Antibiogramme aus 2016 -2018 nach fünf Kreisen in Nordrheinwestfalen differenziert. In

Abbildung 13 wurden die getesteten antibakteriellen Wirkstoffe aus der Gruppe der Fluorchinolone dargestellt. Bei den Kreisen handelte es sich um Borken, Coesfeld, Recklinghausen, Steinfurt und Warendorf. Die *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen wurden mit dem Erreger *E. coli* durchgeführt. Die untersuchten Kulturen wurden zuvor aus Kotproben bzw. Kottupfern von Ferkeln isoliert. Zu den Ferkeln zählten Saugferkel, Absetzferkel, Aufzuchtferkel, Flatdeckferkel und Ferkel. Insgesamt stammten die Ergebnisse aus 127 Auftragsnummern, wobei 56 zu Borken, 23 zu Coesfeld, 21 zu Recklinghausen, 15 zu Steinfurt und 12 zu Warendorf gehörten. Die Regionalität ergibt sich durch 64 verschiedene Betriebe, die von der teilnehmenden Tierarztpraxis in den entsprechenden Regionen betreut wurden. Die größten Differenzen bezüglich der *in-vitro* Sensibilitätswahrscheinlichkeiten ergaben sich für Danofloxacin mit 33 % zwischen Recklinghausen und Steinfurt, für Enrofloxacin mit 21 % zwischen Recklinghausen und Steinfurt und Marbofloxacin mit 19 % zwischen Recklinghausen und Coesfeld.

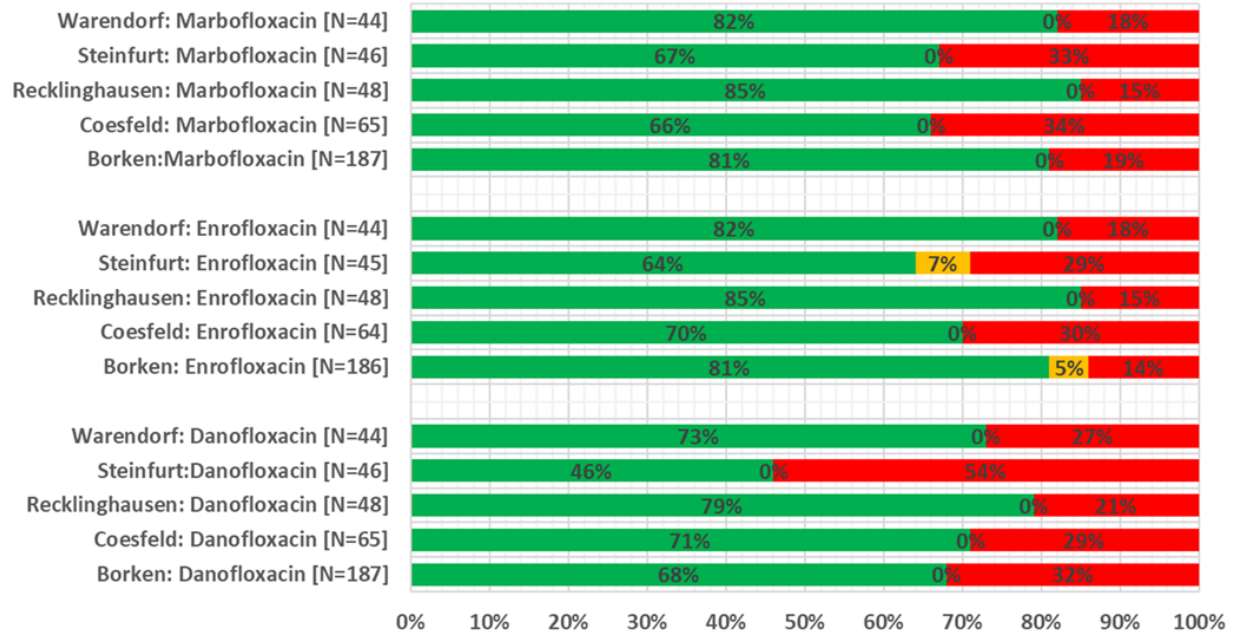


Abbildung 13: Darstellung der Ergebnisse von *in-vitro* Wirksamkeiten von Fluorchinolonen gegenüber E. coli in fünf Kreisen in NRW

#### 4.2.2. Grenzen bei den Auswertungen der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen 2016-2018

Nach Angaben der teilnehmenden Untersuchungsanstalt wurden die *in-vitro* Resistenztestungen mittels Bouillondilutionsverfahren nach dem CLSI-Standard durchgeführt. In dieser Analyse wurden die Grenzwerte, die zur Einteilung der Ergebnisse von Antibiogrammen verwendet wurden, zwischen dem teilnehmenden Labor und den Angaben von CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute (Hg.) 2018) miteinander verglichen (siehe

**Tabelle 12).** Insgesamt fiel auf, dass für eine Vielzahl von Erregern kombiniert mit speziellen antibakteriellen Wirkstoffen und Indikationen keine speziellen klinischen Grenzwerte für die Tierart Schwein zur Verfügung stehen. Teilweise gab es keine Übereinstimmungen der klinischen Grenzwerte des CLSI mit den Grenzwerten, die das teilnehmende Labor zur Einteilung der Ergebnisse der Antibiogramme verwendete.

**Tabelle 12: Vergleich der Grenzwerte, die für die Einteilung der Ergebnisse von Antibiotogrammen verwendet wurden**

	BioDiagnostix (µg/mL)			CLSI: VET08 Schwein (µg/mL)			
	Sensibel	Intermediär	Resistent	Indikation	Sensibel	Intermediär	Resistent
<i>Pasteurella multocida</i>							
Penicillin G	S ≤0.0625; S =0,125	-	R =8; R >8	-	≤0.25	0.5	≥1
Ampicillin	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	Atemwegsinfektionen	≤0.5	1	≥2
Amoxicillin	S ≤0.25; S =1	I =16	R =8; R =16		≤0.5	1	≥2
Ceftiofur	S ≤2	I =4	R >4	Atemwegsinfektionen	≤2	4	≥8
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =0.5	-	Atemwegsinfektionen	≤0.25	0.5	≥1
Tetrazyklin	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	Atemwegsinfektionen	≤0.5	1	≥2
Doxyzyklin	S ≤2	-	R >4		≤0.5	1	≥2
Oxytetrazyklin	S ≤0,5; S ≤2; S =1; S =2; S =4	I =1; R =8	R =2; R >8		≤0.5	1	≥2
Florfenicol	S ≤2	-	-	Atemwegsinfektionen	≤2	4	≥8
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16	Atemwegsinfektionen	≤16	-	≥32
Tulathromycin	S ≤16	I =32	-	Atemwegsinfektionen	≤16	32	≥64
<i>Streptococcus suis</i>							
Penicillin G	S ≤0.0625; S =0.125		R =2	-	≤0,25	0,5	≥1
Ceftiofur	S ≤2	I =4	R >4	Atemwegsinfektion	≤2	4	≥8
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =0,5	R >1	Atemwegsinfektion	≤0.5	1	≥2
Florfenicol	S ≤2	I =4	R >4		≤2	4	≥8
<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>							
Ampicillin	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	Atemwegsinfektionen	≤0.5	1	≥2
Amoxicillin	S ≤0.25; S =8	-	R >16		≤0.5	1	≥2
Ceftiofur	S ≤2	-	R >4	Atemwegsinfektionen	≤2	4	≥8
Enrofloxacin	S ≤0.25	I =1	R >1	Atemwegsinfektionen	≤0.25	0.5	≥1
Tetrazyklin	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	Atemwegsinfektionen	≤0.5	1	≥2
Doxyzyklin	S ≤2; S =4	-	R >4		≤0.5	1	≥2
Oxytetrazyklin	S ≤0.5; S =1;	I =1	R >8		≤0.5	1	≥2

	S =4						
Florfenicol	S ≤2	-	R >4	Atemwegs- infektionen	≤2	4	≥8
Tilmicosin	S ≤16	-	R >16	Atemwegs- infektionen	≤16	-	≥32
Tulathromycin	S ≤16; S =64	I =32	R =64; R >64	Atemwegs- infektionen	≤64	-	-
Tiamulin	S ≤16	-	R >16	Atemwegs- infektionen	≤16	-	≥32
<b>Bordetella bronchiseptica</b>							
Ampicillin	nicht getestet	nicht getestet	nicht getestet	Atemwegs- infektionen	≤0.5	1	≥2
Amoxicillin	S =8	I =1; I =16	R =8; R =16; R >16		≤0.5	1	≥2
Florfenicol	S ≤2	I =4	R >4	Atemwegs- infektionen	≤2	4	≥8
Tulathromycin	S ≤16	I =32	-	Atemwegs- infektionen	≤16	32	≥64

#### 4.3. Auswertungen des fragebogenbasierten Interviews zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte

Auf die Frage: „Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?“ antworteten 16 Tierärzte und Tierärztinnen, dies sei ein Ankreuzbogen mit optionalen Freitextfeldern. Eine Person der interviewten Tierärzte und Tierärztinnen gab an, dass ein Ankreuzbogen ohne Freitext am angenehmsten sei. Keine/r der befragten Tierärzte und Tierärztinnen empfand einen Bogen mit ausschließlich Freitextfeldern als leichteste Option (siehe Abbildung 14).

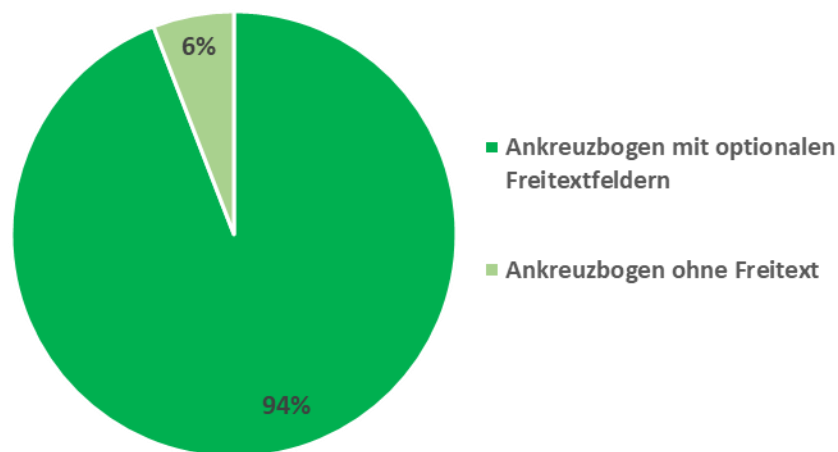
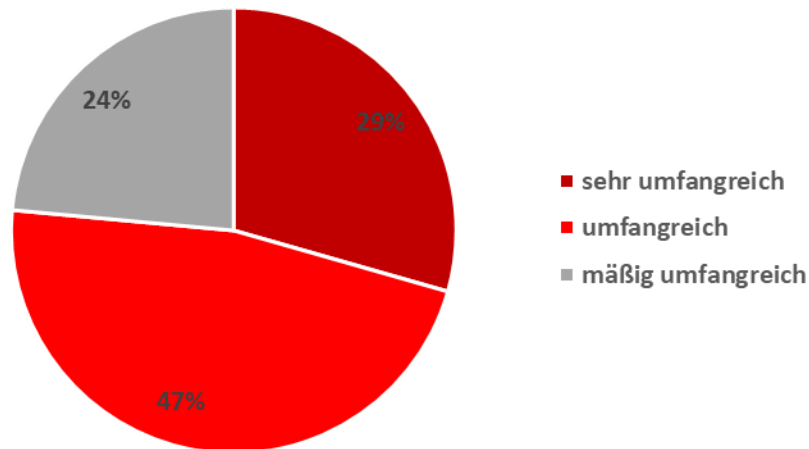


Abbildung 14: Antwortverteilung auf die Frage: „Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?“

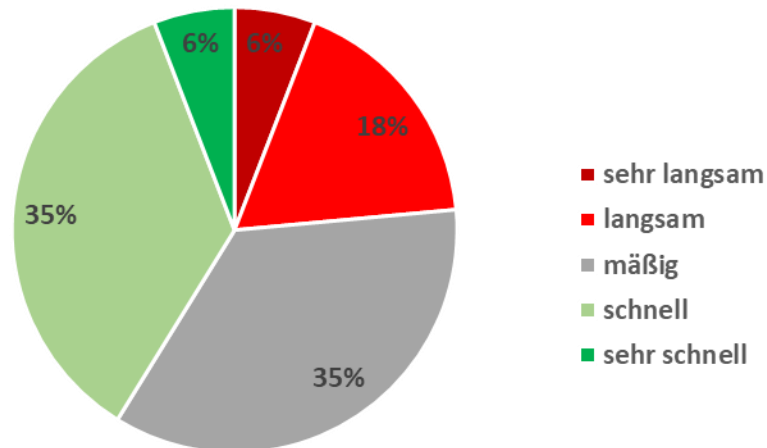


Die Frage: „Wie bewerten Sie den äußeren Umfang der aktuellen Untersuchungsaufträge?“ wurde von 13 Personen so beantwortet, dass der analoge Untersuchungsauftrag des teilnehmenden Labors umfangreich oder sehr umfangreich sei. Etwa 24 % gaben an, dass der analoge Untersuchungsauftrag mäßig umfangreich sei. Keiner der Befragten hielt diesen Auftrag für dünn bzw. sehr dünn (siehe Abbildung 15).



**Abbildung 15: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie bewerten Sie den äußeren Umfang der aktuellen Untersuchungsaufträge?“**

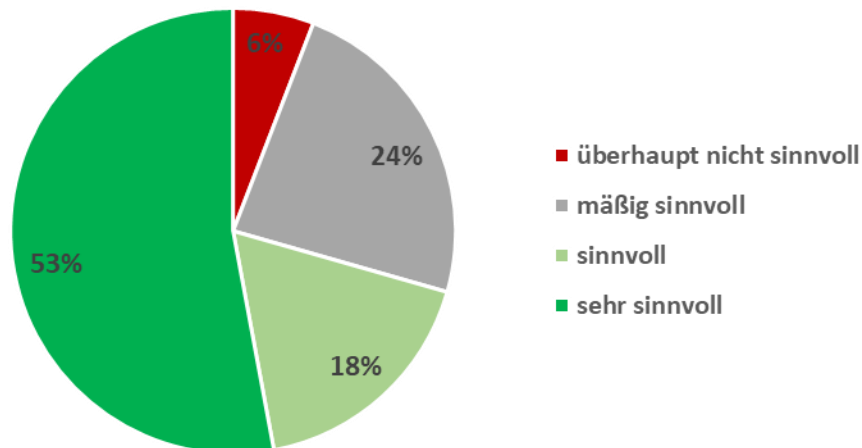
Auf die Frage „Wie schnell empfinden Sie es, dass der momentane Untersuchungsauftrag ausgefüllt werden kann?“ gaben jeweils sechs Personen an, für sie sei der Auftrag schnell oder mäßig schnell auszufüllen. Drei der befragten Tierärzte und Tierärztinnen empfanden das Ausfüllen als langsam. Jeweils einmal wurde die Antwort sehr langsam bzw. sehr schnell gegeben (siehe Abbildung 16). Etwa 47 % der befragten Personen schätzten, sie würden fünf Minuten für das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge benötigen. Drei Personen benötigten drei Minuten und zwei benötigten zehn Minuten zum Ausfüllen. Jeweils einer der Interviewten gaben an, ein bis zwei Minuten, zwei Minuten, drei bis fünf Minuten bzw. fünf bis zehn Minuten zu brauchen.



**Abbildung 16: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie schnell empfinden Sie es, dass der momentane Untersuchungsauftrag ausgefüllt werden kann?“**

Alle Tierärzte und Tierärztinnen gaben an, den Untersuchungsauftrag bis dahin hauptsächlich mit einem Stift auf dem ausgedruckten Untersuchungsbericht auszufüllen. Auf die Frage: „Wie ordnen Sie derzeit die Laborbefunde Ihren bisher erhobenen Daten bezüglich der Untersuchungen der zu behandelnden Tiere zu?“ gab eine Praxis an, dass die Laborbefunde als E-Mail erhalten werden würden, die Tierarzthelferin diesen dann in einen betriebsspezifischen Ordner am Computer kopieren würde und zusätzlich der Tierarzt bzw. die Tierärztin eine E-Mail mit dem jeweiligen Laborbefund bekommen würde. In der zweiten Praxis, würde der Befund ebenfalls per E-Mail erhalten werden, wobei dann die Tierarzthelferin den jeweiligen Laborbericht an den Tierarzt bzw. die Tierärztin schicken würde und jeder Tierarzt und jede Tierärztin den Bericht in einen betriebsspezifischen Ordner am Computer speichern würde. In der dritten Praxis würden die Laborbefunde ausgedruckt werden und dann in einen Ordner abgeheftet werden.

Die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie eine digitale Form der Untersuchungsaufträge, beispielsweise in Form einer App mit automatischer Auswertung bzw. Anzeige der Laborbefunde?“ antworteten zwölf Personen mit sinnvoll bzw. sehr sinnvoll. Vier der befragten Tierärzte und Tierärztinnen hielten dies für mäßig sinnvoll und eine Person für überhaupt nicht sinnvoll. Keiner empfand diese Form der Digitalisierung als nicht sinnvoll (siehe Abbildung 17).



**Abbildung 17: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie eine digitale Form der Untersuchungsaufträge, beispielsweise in Form einer App mit automatischer Auswertung bzw. Anzeige der Laborbefunde?“**

Auf die Frage „Aus welchen Gründen veranlassen Sie hauptsächlich eine Empfindlichkeitsbestimmung im Labor?“ war es möglich, mehrere Antwortmöglichkeiten auszuwählen. Alle am Interview Teilnehmenden gaben das Gesetz als hauptsächlich Grund an. Jeweils neun der Befragten antworteten zusätzlich, „weil die Anwendung des erstverschriebenen Antibiotikums zu keiner Besserung geführt hat“ und „weil sie die Ergebnisse des Antibiogramms für ihre weitere berücksichtigen bzw. benötigen“. Die Antwortmöglichkeit „aufgrund einiger spezieller Verdachtsdiagnosen“ wählten acht der Teilnehmenden aus. Die Antwortmöglichkeit „aufgrund der besonders schwerwiegenden Symptomatik bei den zu behandelnden Tieren“ wurden von vier Befragten ausgewählt. Die Auswahlmöglichkeit „Sonstiges“ wurde nicht verwendet.

Bei der Frage „Aus welchen Gründen veranlassen Sie hauptsächlich keine Empfindlichkeitsbestimmung im Labor?“ gaben neun der befragten Tierärzte und Tierärztinnen an, dass die Hauptgründe Schwierigkeiten bei der Probenahme sein. Auch bei dieser Frage konnten mehrere Antworten ausgewählt werden. Die Auswahlmöglichkeit „Sonstiges“ wurde sieben Mal ausgewählt. Dabei wurden folgende Gründe genannt:

- „keine Resistenzbestimmung möglich“;
- „Wenn Antibiogramme aus der Vergangenheit vorhanden sind + wenn Erstbehandlung zum Erfolg führt“;
- „Erstversorgung greift bereits ausreichend“;
- „Wenn das Antibiotikum nach meiner Einschätzung gut wirkt“;
- „Nur bei Vorbehandlung, aber selten“;
- „Wenn die Tiere schon antibiotisch vorbehandelt sind“;
- „Wenn nicht die ursächlichen Keime, sondern nur Begleitkeime festgestellt wurden“.

Sechsmal wurde die Antwort „die Ergebnisse helfen Ihnen nicht bei Ihrer weiteren Behandlung“ ausgewählt. Jeweils viermal wurden die Antwortmöglichkeiten „Schwierigkeiten bei der Interpretation der

Ergebnisse der Empfindlichkeitsbestimmung“ und „Es dauert zu lange, bis Ihnen die Ergebnisse des Resistenztests zur Verfügung stehen“ gewählt. Jeweils einer der befragten Tierärzte und Tierärztinnen gaben an, dass das Antibiotogramm zu teuer für den Landwirt sei und dass die Wirkstoffe, die im Labor getestet werden nicht den Wirkstoffen entsprächen, mit welchen Sie die Tiere behandeln würden.

Bei der Frage „Nach welchen Kriterien wählen Sie hauptsächlich das Antibiotikum für Ihre Erstverschreibung/Erstanwendung aus?“ könnten ebenfalls mehrere Antwortoptionen ausgewählt werden. Alle Interviewten gaben an, das Hauptkriterium sei ihre persönliche Erfahrung, welches Antibiotikum bei ihrer entsprechenden Verdachtsdiagnose wirken würde. Weitere zehn Personen antworteten, das Hauptkriterium seien außerdem Ergebnisse aus vorherigen Antibiotogrammen, um zu sehen, welches Antibiotikum bei ihrer Verdachtsdiagnose in vorherigen Untersuchungen als sensibel getestet wurde. Einmal wurde die Option „wegen den Wünschen des Landwirts, mit welchem Antibiotikum er die Tiere behandeln möchte“ gewählt. Die Antwortmöglichkeit „Sonstiges“ wurde ebenfalls einmal ausgewählt.

Im Interview wurde gefragt, welche Angaben nach Meinung der befragten Tierärzte und Tierärztinnen wichtig für eine Laboruntersuchung seien. Auch hier konnten mehrere Antworten genannt werden. 16-mal wurde die Antwort „Altersklasse“, 13-mal „antibiotische Vorbehandlung“, elfmal „Symptome“, zehnmal „ätiologische Verdachtsdiagnose“ und viermal „Sonstiges“ ausgewählt. Zu „Sonstiges“ wurde die „Art der Probe“, „klinische Diagnose“, „Verdachtsdiagnose“ und „Vorbericht“ ergänzt.

Auf die Frage „Wie oft hat das Labor schätzungsweise bei Ihren letzten 10 Untersuchungsaufträgen mit Ihnen Rücksprache gehalten, nachdem Sie die Probe mit dem jeweiligen Untersuchungsauftrag im Labor abgegeben haben?“ wurde von zwölf Teilnehmenden angegeben, das Labor hätte ein- bis zweimal Rücksprache gehalten. Zweimal wurde die Option fünf- bis sechsmal ausgewählt. Jeweils einmal wurde die Antwort „keinmal“ und „drei- bis viermal“ gegeben. Einer der befragten Tierärzte und Tierärztinnen hat keine Angabe gemacht. Daraufhin wurde nach den Gründen der Rücksprachen gefragt, wobei hier mehrere Antworten ausgewählt werden konnten. Zehnmal wurde der Grund „unvollständige Angaben zur Art der gewünschten Untersuchung“, dreimal „unvollständige Angaben zu dem einsendenden Tierarzt/in oder den Tierbesitzer/in“ und zweimal „unvollständige Angaben zu den Betriebsdaten“ angegeben. Die Option „Sonstiges“ wurde ebenfalls dreimal ausgewählt.

#### **4.4. Auswertungen des fragebogenbasierten Interviews zur Nutzerfreundlichkeit digitaler Untersuchungsberichte**

Auf die Frage: „Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?“ antworteten fünf der sieben befragten Tierärzte und Tierärztinnen, dies sei die digitale Erfassung in der Anwendungssoftware „MyLabTool“. Je einer der interviewten Tierärzte und Tierärztinnen gab an, dass ein Ankreuzbogen ohne Freitext bzw. ein Ankreuzbogen mit optionalen Freitextfeldern am angenehmsten sei. Keiner der befragten Tierärzte und Tierärztinnen empfand einen Bogen mit ausschließlich Freitextfeldern als leichteste Option (siehe Abbildung 18).

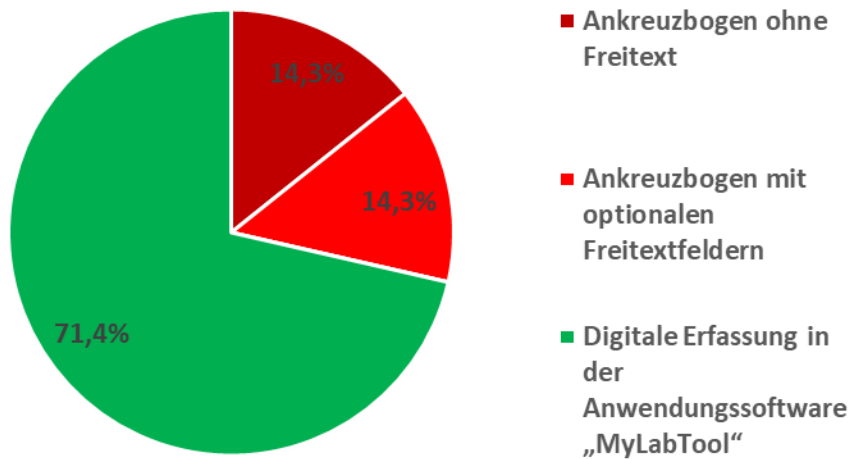


Abbildung 18: Antwortverteilung auf die Frage: „Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?“

Auf die Frage: „Wie übersichtlich ist für Sie der auszufüllende Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“ antworteten fünf Personen, dass der digitale Untersuchungsauftrag übersichtlich bzw. sehr übersichtlich sei. Zweimal wurde die Antwort „mäßig übersichtlich“ gegeben (siehe Abbildung 19). Niemand hielt die Anwendungssoftware für „sehr unübersichtlich“ oder unübersichtlich“.

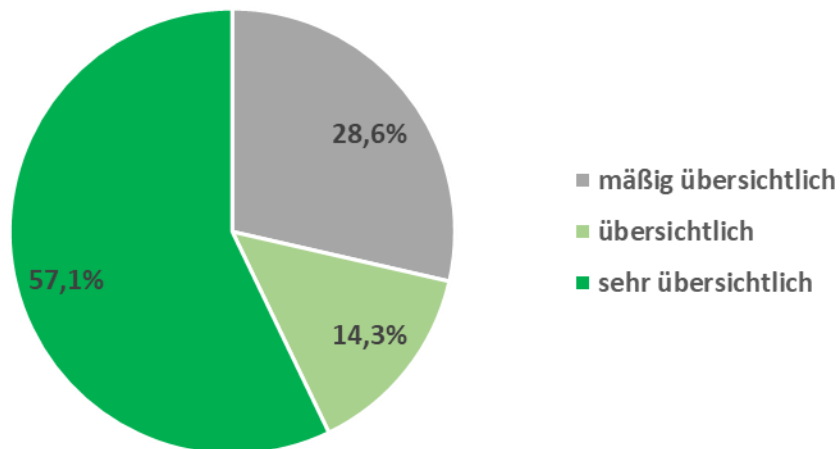
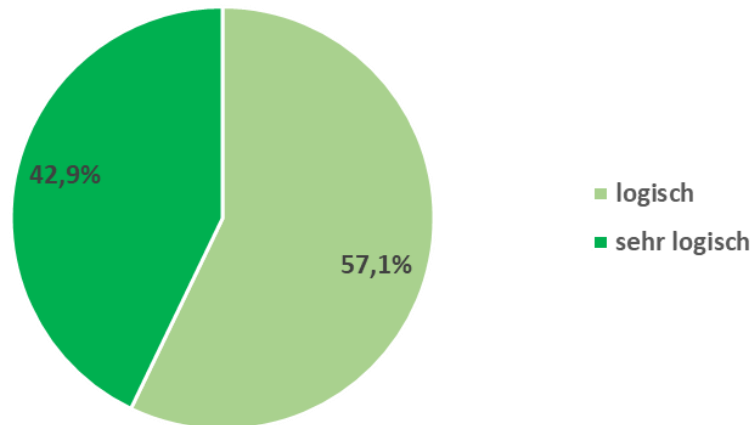


Abbildung 19: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie übersichtlich ist für Sie der auszufüllende Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“

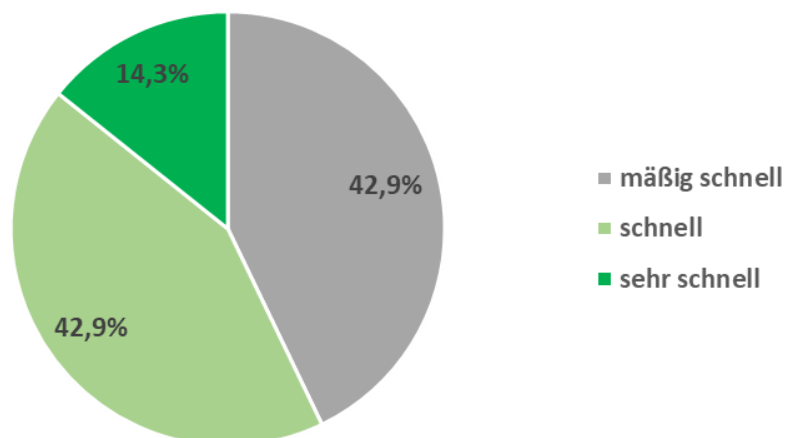
Auf die Frage: „Für wie logisch halten Sie den strukturellen Aufbau der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“ gaben alle Tierärzte und Tierärztinnen an, dass der strukturelle Aufbau logisch bzw. sehr

logisch sei (siehe Abbildung 20). Keiner der befragten Personen gab an, dass der strukturelle Aufbau der Anwendungssoftware „mäßig logisch“, „unlogisch“ oder „sehr unlogisch“ sei.



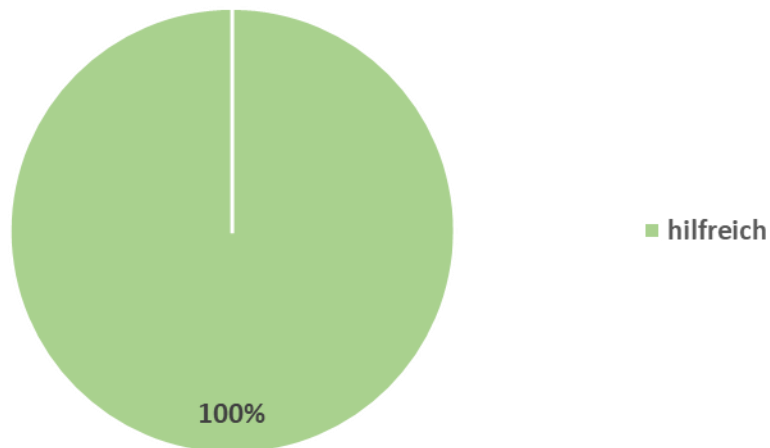
**Abbildung 20: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie logisch halten Sie den strukturellen Aufbau der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“**

Auf die Frage „Wie schnell empfinden Sie es, dass der Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ ausgefüllt werden kann?“ gaben jeweils drei Personen an, für sie sei der Auftrag schnell oder mäßig schnell auszufüllen. Einer der befragten Tierärzte und Tierärztinnen empfand das Ausfüllen als sehr schnell (siehe Abbildung 21). Die Antwortoptionen „sehr langsam“ bzw. „langsam“ wurde nicht angegeben. Zwei der befragten Personen schätzten, sie würden durchschnittlich fünf Minuten für das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge benötigen. Die übrigen fünf Antworten betrug weniger als fünf Minuten.



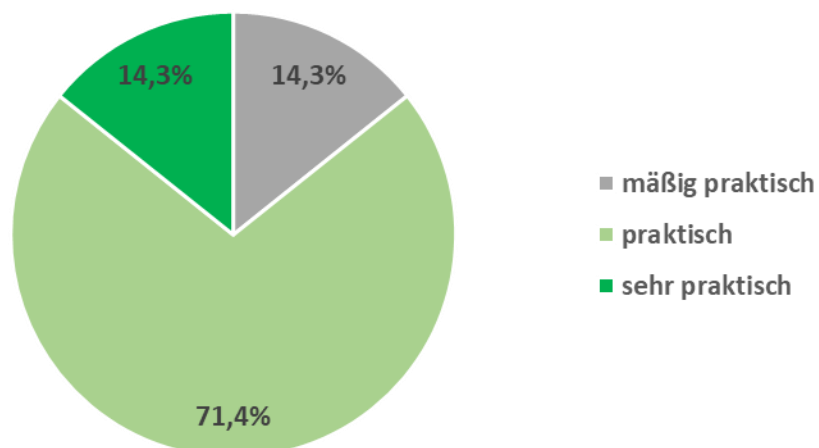
**Abbildung 21: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie schnell empfinden Sie es, dass der Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ ausgefüllt werden kann?“**

Alle befragten Tierärzte und Tierärztinnen empfanden das Layout der Anwendungssoftware „MyLabTool“ zur Unterstützung der inhaltlichen Abfragen als hilfreich (siehe Abbildung 22). Die Antwortmöglichkeiten „sehr hilfreich“, „mäßig hilfreich“, „hinderlich“ und „sehr hinderlich“ wurden nicht ausgewählt.



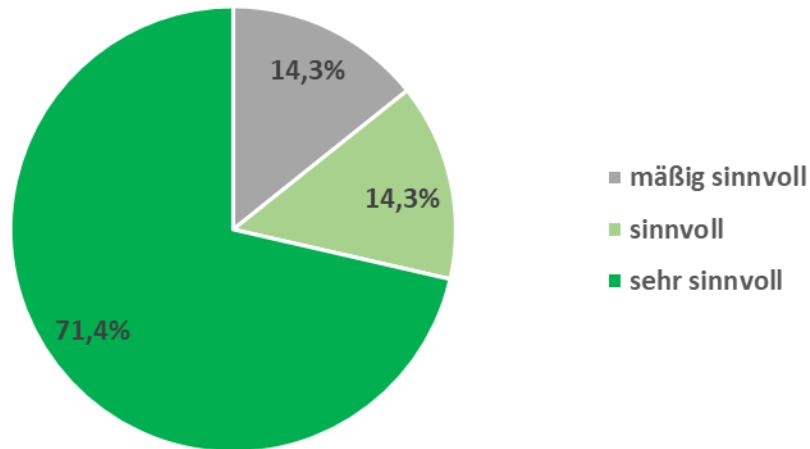
**Abbildung 22: Antwortverteilung auf die Frage: „Inwiefern hilft das Layout zur Unterstützung der inhaltlichen Abfragen der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“**

Sechs Personen befanden das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ als praktisch bzw. sehr praktisch. Eine Person beantwortete diese Frage mit mäßig praktisch (siehe Abbildung 23). Keiner der befragten Tierärzte und Tierärztinnen hielt das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware als „unpraktisch“ oder „sehr unpraktisch“.



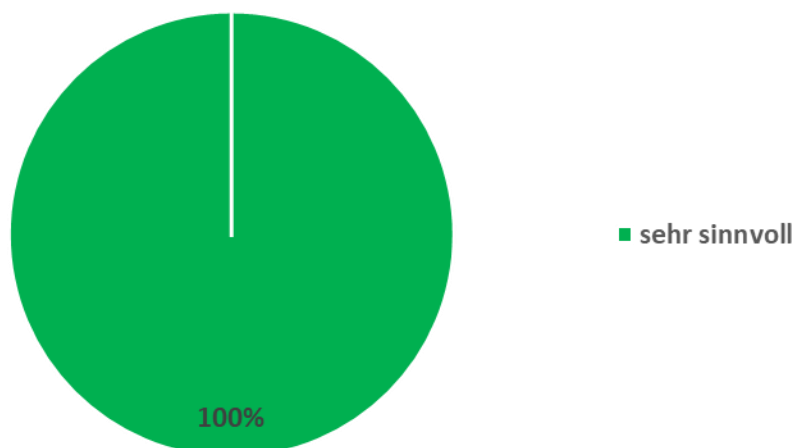
**Abbildung 23: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie praktikabel ist für Sie das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“**

Die Zuordnung der Probe mit Hilfe eines Barcodes zu den Untersuchungsaufträgen in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ erachteten sechs der interviewten Tierärzte und Tierärztinnen als sinnvoll bzw. sehr sinnvoll (siehe Abbildung 24). Einmal wurde die Antwort „mäßig sinnvoll“ gegeben, während die Antwortoptionen „nicht sinnvoll“ bzw. „überhaupt nicht sinnvoll“ nicht angegeben wurden.



**Abbildung 24:** Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die Zuordnung der Probe mit Hilfe eines Barcodes zu den Untersuchungsaufträgen in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“

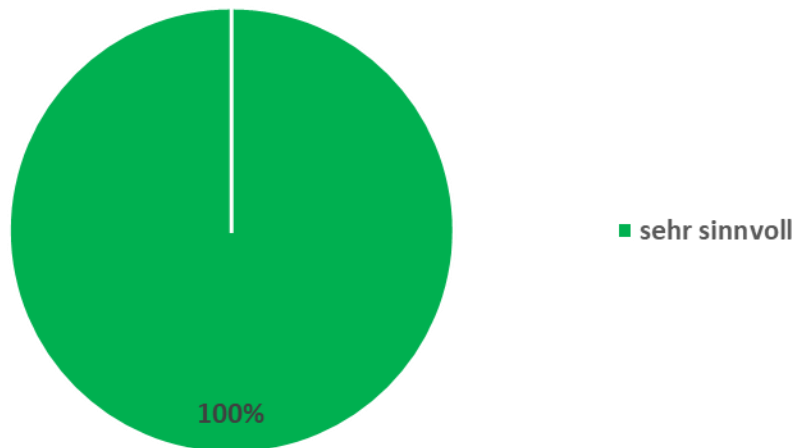
Die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die digitale Form der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“ beantworteten alle interviewten Personen mit sehr sinnvoll (siehe Abbildung 25).



**Abbildung 25:** Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die digitale Form der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“

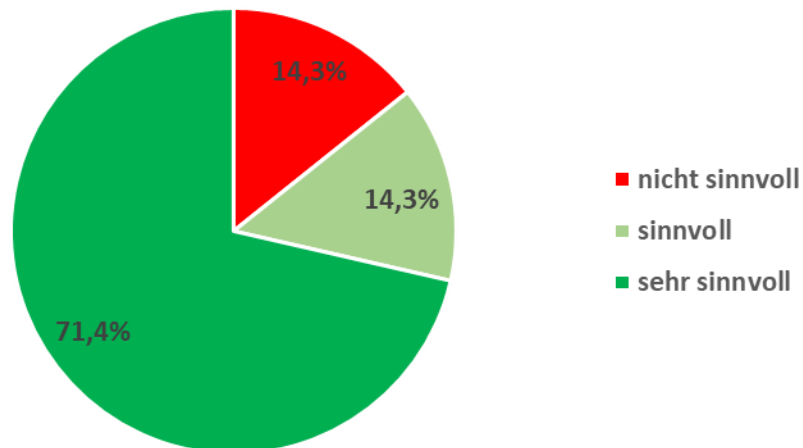


Auch die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die derzeitige digitale Form der Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“ beantworteten alle befragten Tierärzte und Tierärztinnen mit sehr sinnvoll (siehe Abbildung 26).



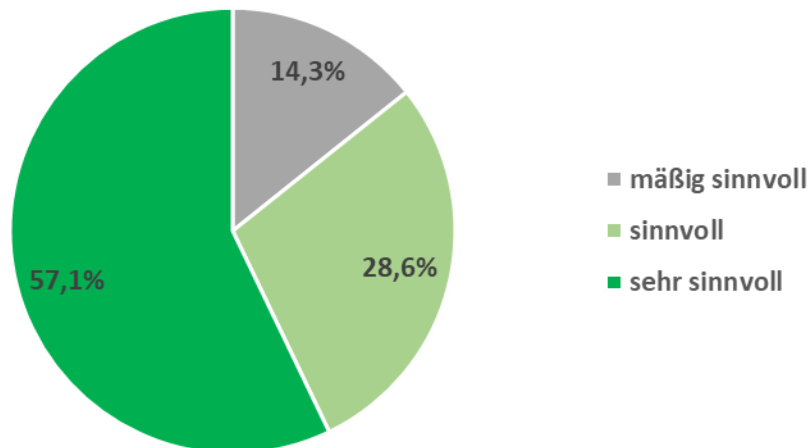
**Abbildung 26: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die derzeitige digitale Form der Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?“**

Sechs der befragten Personen gaben an, dass sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der vorkommenden Bakterien (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der Häufigkeiten von bestimmten bakteriellen Erregern bei spezifischen Symptomen oder Altersklassen) als sinnvoll bzw. sehr sinnvoll erachten (siehe Abbildung 27). Lediglich einmal wurde die Antwort „nicht sinnvoll“ gegeben.



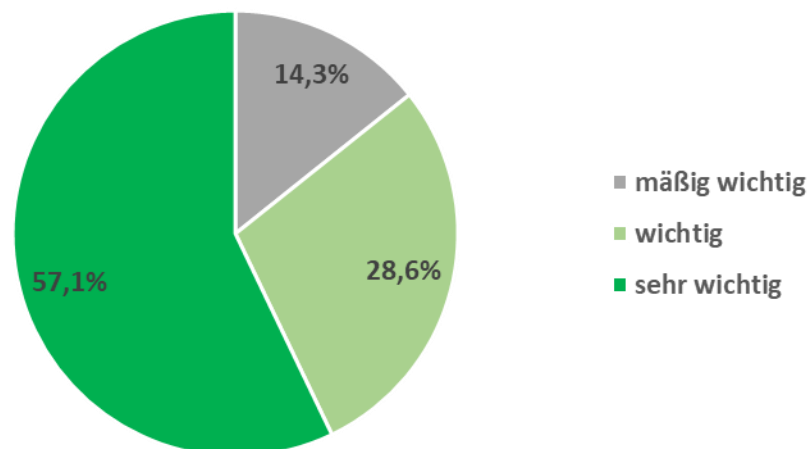
**Abbildung 27: Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der vorkommenden Bakterien? (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der Häufigkeiten von bestimmten bakteriellen Erregern bei spezifischen Symptomen oder Altersklassen)“**

Ebenfalls sechs der Tierärzte und Tierärztinnen gaben an, dass sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der *in-vitro* Resistenzgrade bei spezifischen Bakterien) als sinnvoll bzw. sehr sinnvoll erachten. Lediglich einmal wurde die Antwort „mäßig sinnvoll“ gegeben (siehe Abbildung 28). Keiner der interviewten Personen hielt diese Form der Erweiterung der Anwendungssoftware für „nicht sinnvoll“ oder „überhaupt nicht sinnvoll“.



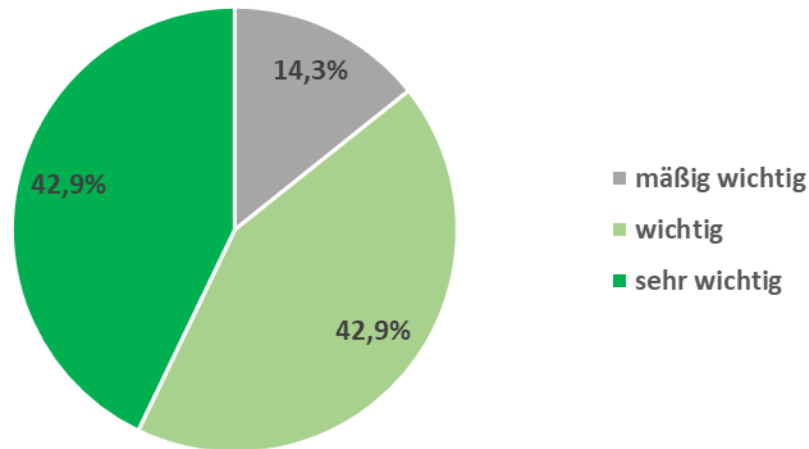
**Abbildung 28:** Antwortverteilung auf die Frage: „Für wie sinnvoll halten Sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen? (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der *in-vitro* Resistenzgrade bei spezifischen Bakterien)“

Die Frage: „Wie wichtig ist für Sie der Laborbefund nach einer bakteriologischen Untersuchung für Ihre weitere Behandlung?“ beantworteten sechs der Tierärzte und Tierärztinnen mit wichtig bzw. sehr wichtig. Einmal wurde die Antwort „mäßig wichtig“ gegeben (siehe Abbildung 29). Niemand wählte die Antwortmöglichkeit „nicht wichtig“ oder „überhaupt nicht wichtig“.



**Abbildung 29:** Antwortverteilung auf die Frage: „Wie wichtig ist für Sie der Laborbefund nach einer bakteriologischen Untersuchung für Ihre weitere Behandlung?“

Auch die Frage: „Wie wichtig sind für Sie die Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen für Ihre weitere Behandlung?“ beantworteten sechs der Tierärzte und Tierärztinnen mit „wichtig“ bzw. „sehr wichtig“. Wieder wurde einmal die Frage mit „mäßig wichtig“ beantwortet (siehe Abbildung 30). Niemand wählte die Antwortmöglichkeit „nicht wichtig“ oder „überhaupt nicht wichtig“.



**Abbildung 30: Antwortverteilung auf die Frage: „Wie wichtig sind für Sie die Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen für Ihre weitere Behandlung?“**

Auch in diesen Interviews wurden die Tierärzte und Tierärztinnen (analog zum ersten Interview) nach ihren Hauptgründen für die Veranlassung von *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen befragt. Es konnten mehrere Antwortoptionen gewählt werden. Alle am Interview Teilnehmenden gaben auch bei der wiederholten Befragung das Gesetz als einen Hauptgrund an. Auch die Antwortmöglichkeit „aufgrund einiger spezieller Verdachtsdiagnosen“ wurde von allen Tierärzten und Tierärztinnen befürwortet. Jeweils sechs der befragten Personen stimmten den Antwortoptionen „aufgrund der besonders schwerwiegenden Symptomatik bei den zu behandelnden Tieren“, „weil die Anwendung des erstverschriebenen Antibiotikums zu keiner Besserung geführt hat“, sowie „weil Sie die Ergebnisse des Antibiogramms für Ihre weitere Behandlung berücksichtigen/benötigen“ zu. Die Auswahlmöglichkeit „Sonstiges“ wurde nicht verwendet.

Gleichermaßen der ersten Befragung, wurden in diesen Interviews die Gründe abgefragt, warum keine *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen veranlasst werden. Wieder konnten mehrere Antwortoptionen gewählt werden. Sechs der Teilnehmenden stimmten der Aussage zu, dass es Schwierigkeiten bei der Probenahme gäbe. Etwa 43 % der Tierärzte und Tierärztinnen halten Schwierigkeiten bei der Interpretation der Ergebnisse von *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen für einen Hauptgrund, keine *in-vitro* Resistenzbestimmung zu veranlassen. Die Auswahlmöglichkeit „Sonstiges“ wurde nicht verwendet. Einer der Teilnehmenden hält keine der Optionen als hauptsächlichen Grund, kein Antibiogramm anzufertigen bzw. anfertigen zu lassen. Auch die Antwortmöglichkeiten „das Antibiogramm ist zu teuer für den Landwirt“, „es dauert zu lange, bis Ihnen die Ergebnisse des Resistenztests zur Verfügung stehen“, sowie „die Ergebnisse helfen Ihnen nicht bei Ihrer weiteren Behandlung“ und „die Wirkstoffe, die im Labor

getestet werden entsprechen nicht den Wirkstoffen, mit welchen Sie die Tiere behandeln“ wurden von den Tierärzten und Tierärztinnen nicht als Hauptgründe gegen eine *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung genannt.

Gleichfalls wurde die folgende Frage: „Nach welchen Kriterien wählen Sie hauptsächlich das Antibiotikum für Ihre Erstverschreibung/Erstanwendung aus?“ in beiden Interviews gestellt. Es konnten mehreren Antwortoptionen zugestimmt werden. Alle Teilnehmenden befürworteten sowohl die Antwortmöglichkeit: „Wegen ihrer persönlichen Erfahrung, welches Antibiotika bei ihrer entsprechenden Verdachtsdiagnose wirkt“ also auch „Wegen den Ergebnissen vorheriger Antibiogramme, um zu sehen, welches Antibiotika bei ihrer Verdachtsdiagnose in vorherigen Untersuchungen als sensibel getestet wurde“. Der Antwortmöglichkeit: „Wegen den Wünschen des Landwirts, mit welchem Antibiotika er die Tiere behandeln möchte“ wurde nicht als Kriterium für die Auswahl eines antibakteriellen Wirkstoffes zugestimmt. Die Auswahloption „Sonstiges“ wurde nicht verwendet.

Insgesamt wurde während des Interviews zur Nutzerfreundlichkeit digitaler Untersuchungsberichte der Eindruck vermittelt, dass die Anwendungssoftware von allen Teilnehmenden größtenteils geschätzt wird, selbst von jenen Tierärzten und Tierärztinnen, welche während der ersten Interviews im Jahr 2019 eher skeptisch gegenüber dieser Form der Digitalisierung eingestellt waren.

#### 4.5. Anwendungssoftware „MyLabTool“ – Kurzüberblick

Zu Beginn der Anwendung der Software, legt der Tierarzt bzw. die Tierärztin den Benutzernamen mit individuellem Passwort fest. Nach der erfolgreichen Anmeldung wird dem Anwender und der Anwenderin eine Übersicht mit entsprechenden Auswahlmöglichkeiten angezeigt. So kann die Auswahl der Punkte „Proben“, „Betriebe“, „Aufträge“ und „Ergebnisse“ getroffen werden. Im Auswahlmenü „Ergebnisse“ können die Befunde der Untersuchungsstätten abgerufen werden. Unter dem Punkt „Betriebe“ sind betriebsindividuelle Daten, wie beispielsweise die jeweilige VVVO-Nummer gespeichert. Bei „Aufträge“ können gespeicherte individuelle Daten zu bereits erfassten Proben bearbeitet werden. Mit der Auswahl des Punktes „Proben“ werden neue Proben mit Hilfe eines Barcodes erfasst, sowie für die Untersuchungen wichtige Daten zu den jeweiligen Proben eingegeben (siehe Abbildung 31).

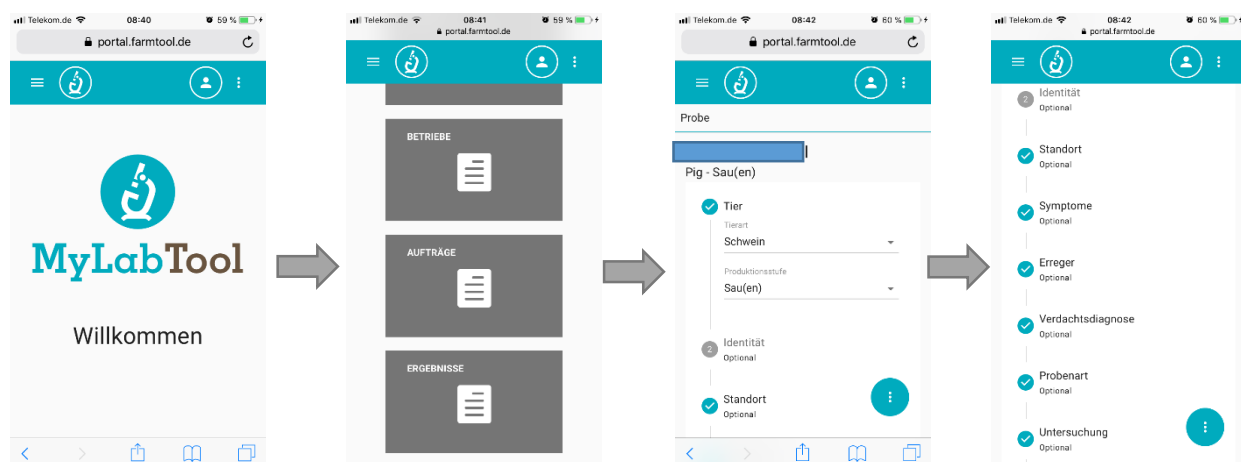


Abbildung 31: Anwendungssoftware „MyLabTool“

## 5. Diskussion

### 5.1. Anzahl Verschreibungen und behandelte Tiere

In der teilnehmenden Tierarztpraxis ist die Anzahl der Behandlungen von Schweinen mit Antibiotika von 2016 auf 2018 um 0,9 % gesunken. Wird allein die Anzahl an Verschreibungen & Abgaben betrachtet, sind diese seit 2016 um 4,1 % gesunken. Auf Grundlage des Arzneimittelgesetzes (AMG) und der DIMDI-Arzneimittelverordnung (DIMDI-AMV) besteht für Pharmazeutische Großhändler und Unternehmen die Verpflichtung, u.a. die Abgabemengen von Arzneimitteln mit antibakterieller Wirkung an Tierärzte und Tierärztinnen an das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) zu melden (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019, 2018a). Dazu wird für jedes Arzneimittel die Menge der an Tierärzte und Tierärztinnen verkauften Packungen mitgeteilt. Nach verschiedenen Validierungsschritten werden die abgegebenen Wirkstoffmengen in Reinform berechnet und vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit veröffentlicht (BVL). Seit der ersten Erhebung im Jahr 2011 ist die Gesamtabgabemenge von antibakteriell wirksamen Stoffen um 57,6 % zum Jahr 2018 gesunken (BVL 2019a). Im Jahr 2016 wurde eine Gesamtabgabemenge von 742 Tonnen Antibiotika an Tierärzte und Tierärztinnen berechnet. Im Jahr 2018 verminderte sich die abgegebene Menge um etwa 2,7 % auf 722 Tonnen (BVL 2019b).

Entsprechend der sinkenden Tendenz bei den Behandlungen von Schweinen, laut den Analysen aus der teilnehmenden Praxis, wurde ebenfalls eine Verringerung der Gesamtabgabemenge von antibakteriell wirksamen Stoffen innerhalb der Jahre 2016 – 2018 berechnet, wobei diese Berechnung nicht differenziert nach Tierart vorgenommen werden kann, da die meisten Medikamente Zulassungen für mehrere Tierarten besitzen (Wallmann et al. 2019a). Außerdem sind Tierhalter und Tierhalterinnen ab einer bestimmten gewerbsmäßigen Bestandsgröße seit 2014 verpflichtet, sowohl Mitteilungen über die Haltung ihrer Masttiere, als auch Mitteilungen über die Anwendung von antibakteriell wirksamen Arzneimitteln bei diesen Tieren zu geben. Aus diesen Datensätzen werden halbjährlich sowohl die betriebseigene Kennzahl zur Therapiehäufigkeit, als auch bundesweite Therapiehäufigkeitszahlen je nach Nutzungsart berechnet (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019; BMEL). Die bundesweiten Therapiehäufigkeitszahlen entsprechen der Kennzahl 1, welcher dem Wert unter dem 50% der Summe aller erfassten Therapiehäufigkeiten liegen und der Kennzahl 2, welcher dem Wert unter dem 75 % der Summe aller erfassten Therapiehäufigkeiten liegen. Für Ferkel bis 30 kg lag die Kennzahl 1 im Jahr 2016 bei 3,490 bzw. 3,354, während die Kennzahl 2 bei 13, 570 bzw. 12,247. Im Jahr 2018 sank der Median auf 2,968 bzw. 2,708, während das dritte Quartil auf 10,294 bzw. 9,627 sank. Auch bei den Mastschweinen über 30 kg zeigte sich innerhalb der Jahre 2016 – 2018 eine sinkende Tendenz beider Werte. Die Kennzahl 1 lag im Jahr 2016 bei 0,547 bzw. 0,442, die Kennzahl 2 bei 4,635 bzw. 4,041. Im Jahr 2018 verminderte sich der Median auf 0,437 bzw. 0,366 und die Kennzahl 2 auf 3,705 bzw. 3,531 (BMEL). Daher ergibt sich eine Abnahme der bundesweiten Therapiehäufigkeiten für die Tierart Schwein innerhalb der Beobachtungsjahre, welche sich auch in der Abnahme der Behandlungen mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln durch die teilnehmende Tierarztpraxis zeigte.

Die Anzahl der mit Fluorchinolonen behandelten Tiere sank laut AuA-Belegen von 2016 auf 2018 um 15 %. Die Anzahl der mit Cephalosporinen der 3. & 4. Generation behandelten Schweine sank sogar um 54 %. Diese Ergebnisse entsprechen einer positiven, da diese beiden Wirkstoffgruppen in der Humanmedizin

laut *World Health Organization* (WHO) zu den sogenannten „Watch Group Antibiotics“ und die Cephalosporine der 4. Generation sogar zu Gruppe der „Reserve Group Antibiotics“ zählen (WHO 2017). Jedoch ist die Anzahl an mit Polypeptidantibiotika behandelten Schweinen seit 2016 um 31 % gestiegen. Diese Entwicklung ist als negativ zu werten, da Colistin laut WHO in der Humanmedizin zu den „Reserve Group Antibiotics“ zählen (WHO 2019). Die meisten Tiere wurden laut den Analysen mit Penicillinen behandelt, doch an zweiter Stelle folgte mit etwa 23 % die Behandlung der Schweine mit Makrolidantibiotika. Das entspricht 1.238.759 mit Makroliden behandelte Schweine in drei Jahren in der untersuchten Tierarztpraxis. Auch die Wirkstoffgruppe der Makrolide zählt zu den „Watch Group Antibiotics“ und sollte daher nicht als Mittel der ersten Wahl eingesetzt werden. Laut den Ergebnissen der Auswertungen der AuA-Belege fallen lediglich 35 % der behandelten Tiere unter die Mitteilungspflicht durch den entsprechenden Tierhalter und liefern damit Daten zu den ermittelten Therapiehäufigkeiten (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2019). Etwa 63 % der Behandlungen entfallen laut den Analysen auf Saugferkel. Bei dem privatwirtschaftlich durchgeführten Antibiotikamonitoring durch *QS Qualität und Sicherheit GmbH* (QS) wird der Therapieindex separat für Sauen, Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschweine berechnet (QS 2016). Sowohl der berechnete Median und das dritte Quartil nehmen für die Altersklasse der Saugferkel die höchsten Werte an (QS 2020). Sowohl bei den Analysen der Auswertungen der teilnehmenden Tierarztpraxis, als auch bei den Berechnungen von QS entfällt ein Großteil der Behandlungen auf andere als die mitteilungspflichtigen Altersklassen. Somit stellt sich die Frage, ob nicht zusätzlich Meldungen zur Therapiehäufigkeit aller Altersklassen erbracht werden sollten, um ein möglichst repräsentatives Ergebnis der durchschnittlichen Anzahl an Antibiotikaanwendungen in der Schweinehaltung in Deutschland zu erlangen.

## 5.2. Antibiotikaresistenzen

Die retrospektiven Auswertungen von *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen in der untersuchten Tierarztpraxis weisen darauf hin, dass allgemeine Beschreibungen zur deutschlandweiten Resistenzsituation nicht ausreichend sind, um für die Erstverschreibung den antibakteriellen Wirkstoff mit dem höchsten antimikrobiellen Wirksamkeitsgrad auszuwählen. Die Analysen haben gezeigt, dass unterschiedliche *in-vitro* Resistenzgrade allein für den Erreger *E. coli* und die Altersklasse Ferkel zwischen den betrachteten Kreisen bzw. zwischen den einzelnen Betrieben existieren. Die Ursache ist mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht möglich und sollte in weiteren Untersuchungen analysiert werden.

Bei den Analysen wurden besonders die *in-vitro* Resistenzgrade betrachtet, da diese eine höhere Aussagekraft bezüglich der Therapie aufweisen, als die ermittelten Werte zur *in-vitro* Sensibilität (Richter et al. 2006; Rossi und Gerber 2002). Gründe für die Unterschiede in den ermittelten *in-vitro* Resistenzgraden lassen sich derzeit noch nicht eindeutig bestimmen. Dabei deuten die Ergebnisse darauf hin, dass für eine zielgerichtete Auswahl des (erstverschriebenen) Antibiotikums enger gelegene Regionen in Deutschland, bestenfalls betriebsindividuelle Resistenzprofile betrachtet werden sollten. Diese Profile müssen aktuell sein, sowie den Tierärztinnen und Tierärzten (und tierhaltenden Personen) zur Verfügung stehen. Die Aktualität der Daten kann besser durch eine digitale Erhebung erreicht werden.

Um Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen als diagnostisches Hilfsmittel in der tierärztlichen Praxis nutzen zu können, sind einige Aspekte grundlegend. Von besonderer Wichtigkeit ist die Auswahl einer geeigneten Methode zur Bestimmung der *in-vitro* Sensibilitätsgrade (Altreuther et al.

1997; Schwarz et al. 2014). Die Tierärztin oder der Tierarzt muss die Probenahme, die Isolierung der bakteriellen Erreger und die Bestimmung der Empfindlichkeit nach national und international anerkannten Verfahren durchführen oder durchführen lassen (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2018b; Schwarz et al. 2010). Da bereits die falsche Probenahme, der nicht ordnungsgemäße Probenversand sowie unvollständige Angaben im Vorbericht zu mikrobiologischen Fehldiagnosen führen können (Richter et al. 2006), wurde zur Hilfestellung für die zielführende Probenahme u.a. als Beilage zum deutschen Tierärzteblatt „Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik beim Schwein, Rind Geflügel und Fisch“ (Bundestierärztekammer 2018) sowie „Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik bei Hund und Katze“ (Bundestierärztekammer 2019) veröffentlicht. Somit sollten diese Informationen allen Tierärztinnen und Tierärzten in Deutschland zur Verfügung stehen.

Um den größtmöglichen Nutzen aus Ergebnissen von *in-vitro* Sensibilitäts-tests zu erhalten, sollte bei der *in-vitro* Prüfung darauf geachtet werden, dass diese ausschließlich von entsprechend qualifizierten Einrichtungen durchgeführt werden (Schwarz et al. 2003a). Die für die retrospektiven Analysen verwendeten Ergebnisse aus *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen wurden in einem externen Labor mittels Mikrodilution ermittelt. Diese Methode stellt ein geeignetes Verfahren zur Überprüfung der *in-vitro* Sensibilität dar (Luhofers et al. 2004; Schwarz et al. 2003a; Schwarz et al. 2014). Bei diesen Reihenverdünnungstests wird das Ergebnis als Minimale Hemmkonzentration (MHK-Wert) angegeben (Schwarz et al. 2003a; Schwarz et al. 2014). Dieser MHK-Wert entspricht der niedrigsten Wirkstoffkonzentration, bei dem kein sichtbares Erregerwachstum erfasst werden kann (Wiedemann 1992). Bei diesem Wert handelt es sich um eine quantitative Aussage zum Grad der bakteriellen Sensitivität gegenüber eines Wirkstoffes, im Gegensatz zum qualitativen Ergebnis beim üblichen Agardiffusionstest (Schwarz et al. 2003a; Schwarz et al. 2014). Der quantitative Befund kann somit die behandelnde Tierärztin oder den behandelnden Tierarzt bei der Auswahl eines geeigneten Wirkstoffes unterstützen. Dafür wird der ermittelte MHK-Wert mit den pharmakokinetischen, pharmakodynamischen und klinischem Wissen über den entsprechenden antibakteriellen Wirkstoff kombiniert, um eine Aussage zur erwarteten Wirksamkeit treffen zu können (Schwarz et al. 2003a; Schwarz et al. 2014).

In der Veterinärmedizin wird gefordert, dass beim Auftreten von durch Bakterien verursachten Erkrankungen die Erregerdiagnostik verbessert wird (Wallmann et al. 2014b). Dafür spricht u.a. die Umstand, dass momentan noch nicht für die Gesamtheit an tierpathogenen Erregern anerkannte Normen zur *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung zur Verfügung stehen, so dass bei einigen Bakterien eine objektive Interpretation der Ergebnisse nicht sichergestellt werden kann (Arbeitskreis Antibiotikaresistenz der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft 2019; Feßler et al. 2017).

Die einzigen derzeit verfügbaren veterinärspezifischen Grenzwerte stammen aus Dokumenten vom Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) (Schwarz et al. 2003a; Wallmann et al. 2006), welche vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit online bereitgestellt werden (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 2018). Bei dem Vergleich der von dem teilnehmenden Labor verwendeten Grenzwerte mit den bekannten klinischen Grenzwerten für die Tierart Schwein stimmten die Werte teilweise nicht überein. Auch das für die *in-vitro* Resistenzbestimmung verwendete Layout wies teilweise andere Wirkstoffe auf, als das von der DVG generierte Layout für Großtiere (Feßler et al. 2017; Luhofers et al. 2004). Wobei die entwickelten Layouts auf den in Deutschland relevanten zugelassenen antibakteriell wirksamen Stoffen, sowie auf Wirkstoffen, welche als stellvertretende



Substanzen aufgrund bekannter Kreuzresistenzen basieren (Wallmann et al. 2006). Mit den Ergebnissen der Vergleichsanalyse wird die Validierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse erschwert, da nur durch valide Daten Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen bewertet werden können (Salisbury et al. 2002; Wallmann et al. 2006), welche ausschließlich durch Einhaltung anerkannter Standards zu generieren sind (Schwarz et al. 2003b; Wallmann et al. 2003; Odland et al. 2000).

Doch auch das Fehlen von harmonisierten Grenzwerten zur Beurteilung der Ergebnisse der *in-vitro* Resistenzbestimmungen erschwert u.a. die Vergleichbarkeit von Resistenzraten (Kahlmeter et al. 2003), da aus den ermittelten Ergebnissen aus *in-vitro* Empfindlichkeitstests nur nach Einhaltung standardisierter Methoden und der gleichzeitigen Anwendung wissenschaftlich fundierter Grenzwertfestlegungen Therapieempfehlungen abgeleitet werden können (Altreuther et al. 1997).

### 5.3. Nutzerbetrachtungen der Anwendungssoftware

Die Ergebnisse aus den Auswertungen des Fragebogens zeigen, dass eine softwarebasierte Lösung aus Sicht der Tierärztinnen und Tierärzte sinnvoll ist. Die Auswertungen des Fragebogens geben Hinweise darauf, dass Tierärztinnen und Tierärzte nach einer digitalen Erfassung von tierärztlichen Untersuchungen kombiniert mit labordiagnostischen Befunden suchen. Dafür spricht, dass die bisherige Digitalisierung des tierärztlichen Berufs zur Vereinfachung von Arbeitsabläufen und zum Fortschreiten von Effizienz geführt hat (Klopfleisch und Bertram 2018). Als Lösungsvorschlag kann die entwickelte Anwendungssoftware angeführt werden. In der Software können Informationen zur Erkrankung und Probenahme direkt im Betrieb ohne Internetverbindung digital erfasst werden und zugleich entsprechende Laborbefunde als digital verbundene Datensätze in einer einzigen Software gespeichert und für weitere Analysen genutzt werden. Die Erhebung digitaler Laborbefunde inklusive antimikrobieller *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen können u.a. Entscheidungshilfen für die betriebsindividuelle Auswahl des antibakteriellen Wirkstoffes bei Neuerkrankungen liefern. Der Großteil der befragten Tierärztinnen und Tierärzte befanden im Interview zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte für das Ausfüllen des Untersuchungsauftrags einen Bogen mit optionalen Freitextfeldern am angenehmsten. Es wurde daher bei der Entwicklung der Onlinelösung für die tierärztliche Praxis darauf geachtet, als Antwortoptionen sowohl Freitextfelder als auch vorgegebene Antworten zu programmieren. Außerdem sollte bei der Entwicklung einer Anwendungssoftware laut den Nutzerbefragungsergebnissen darauf geachtet werden, dass die Anzahl der Abfragen möglichst geringgehalten werden sollten, wobei beachtet werden sollte, dass die für die Laboruntersuchung unerlässlichen Angaben abgefragt werden.

Neben dem prä- und perioperativen Einsatz von Antibiotika sowie dem therapeutischen Einsatz von antibakteriellen Wirkstoffen bei Schweinen, ist die metaphylaktische Anwendung von Antibiotika existent. Die Grundlage für diese Anwendung basiert auf einem wiederholten Auftreten von krankheitsauslösenden Erregern, welche durch regelmäßige Probenahme mit weiterführender Diagnostik identifiziert werden, wobei der behandelnde Tierarzt oder die behandelnde Tierärztin verpflichtet ist, Faktoren aus der Umgebung und Haltung der Tiere, die den Erreger beeinflussen, zu korrigieren (Kaske et al. 2014). Durch die Erstellung von digitalen betriebsspezifischen Erregerprofilen können diese wiederholt auftretenden bakteriellen Erreger einfacher identifiziert werden. Bei der rationalen Antibiotikaaanwendung muss sich der behandelnde Tierarzt oder die behandelnde Tierärztin an eine empirische bzw. kalkulierte Therapie halten. Dazu müssen zur Auswahl eines geeigneten antibakteriell wirksamen Medikaments, so lange noch keine

aktuellen labordiagnostischen Untersuchungsergebnisse vorliegen, Überlegungen zum potentiell erwarteten Erregerspektrum sowie dessen erwartungsgemäße *in-vitro* Empfindlichkeiten angestellt werden (Wallmann et al. 2014a). Auch in dieser Hinsicht unterstützt und vereinfacht die digitale Darstellung von betriebsspezifischen Erreger- und *in-vitro* Empfindlichkeitsprofilen die Überlegungen zum erstverschriebenen bzw. erstangewendeten antibakteriellen Wirkstoff. Gemäß den Ergebnissen der Analysen der Interviews, sind sich die praktizierenden Tierärzte und Tierärztinnen dessen stets bewusst, da die Mehrheit der Teilnehmenden die Erweiterung der digitalen Befunde sowohl im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der vorkommenden Bakterien, als auch im Hinblick auf eine automatische betriebsindividuelle Analyse der Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen als sinnvoll erachtet.

Laut den Ergebnissen der Auswertungen beider Fragebögen, ist ein Hauptgrund für die Erstellung einer *in-vitro* Sensibilitätsprüfung bei den Tierärztinnen und Tierärzten die gesetzlich geforderte Antibiotogrammpflicht. In der Begründung der Zweiten Verordnung zur Änderung der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken wurde erklärt, dass es die Absicht der Einführung der Antibiotogrammpflicht sei, die Therapie erkrankter Tiere und damit die Tiergesundheit zu verbessern. Zeige die Indikation der Tierärztin oder des Tierarztes, dass erkrankte Tiere mit einem antibakteriellen Wirkstoff behandelt werden müssen, unterstütze die *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung als diagnostisches Instrument die Wahl des am besten geeigneten erstverschreibenden Arzneimittels. Daher trage das Antibiotogramm einerseits zur Verbesserung der Behandlung bei und wirke andererseits entgegen der Ausbreitung bakterieller Resistenzen (Bundesanzeiger 2017).

In bestimmten Fällen nutzen die befragten Tierärztinnen und Tierärzte bewusst die Ergebnisse aus Antibiotogrammen als diagnostisches Hilfsmittel. Dies zeigt sich durch das Ergebnis, dass mehr als 50 % der zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte interviewten Tierärztinnen und Tierärzte ein Antibiotogramm anfertigen bzw. anfertigen lassen, wenn die Anwendung des erstverschriebenen Antibiotikums zu keiner Besserung geführt hat. Während beider Interviews stimmten alle befragten Tierärzte und Tierärztinnen zu, dass sie das Antibiotikum ihrer Erstanwendung bzw. Erstverschreibung auf Grund ihrer persönlichen Erfahrung auswählten. Werden diese beiden Antworten kombiniert betrachtet, gibt es Hinweise darauf, dass die antibakterielle (Erst-)Verschreibung hauptsächlich auf Grund persönlicher Erfahrung vollzogen wird. Führt jedoch die (antibakterielle) Erstmedikation zu keiner Besserung der Tiergesundheit, wird die Hilfe der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung auf Basis guter tierärztlicher Praxis in Anspruch genommen, um bei der Zweitverordnung das Ergebnis der *in-vitro* Sensitivitätsbestimmung bei der Auswahl eines geeigneten antibakteriellen Wirkstoffes zu berücksichtigen. An dieser Stelle wird erwähnt, dass ein geeignetes Probenmaterial möglichst vor der Verabreichung von antibakteriell wirksamen Arzneimitteln für die anschließenden Untersuchungen entnommen werden sollte (Richter et al. 2006). Inwieweit die befragten Tierärzte und Tierärztinnen bei Therapieversagen bereits vor dem ersten Therapiebeginn ein geeignetes Probematerial für die bakterielle Untersuchung entnehmen, wird aus den Daten nicht ersichtlich.

Ebenfalls benötigen mehr als 50 % der befragten Tierärztinnen und Tierärzte im Interview zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsaufträge und etwa 86 % der befragten Tierärztinnen und Tierärzte im Interview zur Nutzerfreundlichkeit digitaler Untersuchungsaufträge die Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung für ihre weitere Behandlung. Auch dieses Ergebnis der Fragebogenanalyse

lässt darauf schließen, dass Tierärztinnen und Tierärzte einen positiven Nutzen in der *in-vitro* Sensibilitätsprüfung sehen und das Antibiogramm als wichtiges diagnostisches Hilfsmittel erachten.

Ebenso spricht für die Bedeutsamkeit der *in-vitro* Empfindlichkeitsprüfung, dass lediglich 35 % der zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte und 0 % der zur Nutzerfreundlichkeit digitaler Untersuchungsberichte interviewten Tierärztinnen und Tierärzte angeben, dass ihnen die Ergebnisse der Antibiogramme nicht für ihre weitere Behandlung helfen. Daher kann angemerkt werden, dass für 65 % bis 100 % der Befragten die Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung Hilfe für die antibakterielle Therapie leisten.

Die vom Bundesverband Praktizierender Tierärzte (BpT) genannten erhöhten Kosten der antibiotischen Behandlung (BpT 2018) stellen fast keine Begründung zur Ablehnung dar. Diese Ablehnung wird unterstützt durch die Aussage, dass die Kosten für die Untersuchungen von den Kosten für die ineffektiven Arzneimittelansätze übertroffen werden (Richter et al. 2006), sowie durch die Auffassung, dass die Kosten, die Anwenderfreundlichkeit sowie kurze Wartezeiten nicht ausschlaggebend für die Auswahl eines geeigneten Antibiotikums sein sollten (Wallmann et al. 2014b). Dies spiegelt sich in den Ergebnissen der Interviews wider, da lediglich ein befragter Tierarzt oder eine befragte Tierärztin angab, dass die Entscheidung bezüglich eines geeigneten antibakteriell wirksamen Arzneimittels nach der Praktikabilität für Tierarzt und Landwirt ausgewählt würde.

Gemäß der Begründung der Zweiten Verordnung zur Änderung der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken werden durch die gesetzlich geforderte Antibiogrammpflicht bundesweit jährlich etwa 710.000 *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen durchgeführt. Im Klein- und Haustierbereich wird davon ausgegangen, dass vor der Einführung der Antibiogrammpflicht keine *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen gemacht wurden. Genaue Angaben zur Anzahl der *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen in der Nutztiermedizin, welche bereits vor der Änderung der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken aufgrund der Antibiotika-Leitlinie der Bundestierärztekammer im Rahmen guter tierärztlicher Praxis angefertigt wurden, sind derzeit nicht bekannt. Schätzungen zu Folge belief sich die Anzahl auf 387.731 *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen. Gemäß Hochrechnungen wird geschätzt, dass im Nutztierbereich jährlich 253.000 zusätzliche Antibiogramme, bei einem Erfüllungsaufwand von 100 % angefertigt werden. In der Annahme, dass lediglich in 95 % der Einzelfälle eine *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmung vorgenommen werden kann, werden bundesweit etwa 240.350 zusätzliche Antibiogramme in der Nutztierpraxis angefertigt. Insgesamt wären es somit bundesweit etwa 628.081 Antibiogramme allein in der Nutztiermedizin (Bundesanzeiger 2017). Durch die Einführung der gesetzlich verpflichtenden *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen ist die Anzahl der nutzbaren Datensätze in der Nutztierpraxis um etwa 62 % gestiegen. Die Gesamtzahl entspricht einer bedeutsamen Menge an Daten, die einer tierärztlichen Praxis für weitere Analysen, beispielsweise als Tool zur Auswahl des erstverschriebenen antibakteriellen Wirkstoffes bereits zur Verfügung stehen. Laut den Auswertungen des Fragebogens treffen beinahe 60 % während des ersten Interviews bzw. 100 % während des Interviews im August 2020 der befragten Tierärztinnen und Tierärzte die Auswahl des erstverschriebenen Antibiotikums aufgrund der Ergebnisse vorheriger Antibiogramme.

Die weitere Analyse der Interviews zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte hat jedoch ergeben, dass die teilnehmenden schweinebetreuenden Praxen die entsprechenden Laborbefunde und Ergebnisse der *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen in Form einer E-Mail erhielten. Daher standen den

(befragten) Tierärztinnen und Tierärzten die Dokumente meist im Portable Document Format (PDF) zur Verfügung, zumindest bei externer *in-vitro* Sensibilitätsprüfung. Datensätze im Portable Document Format stellen ein analoges Papierdokument digital zur Verfügung. Es handelt sich daher um einen Endpunkt der Datenverarbeitung (Association for Digital Document Standards 2019). Dieser sogenannte Medienbruch führt dazu, dass diese PDF-Dokumente nur durch manuellen Aufwand wieder in digitale Formen, wie beispielsweise eine Excel-Datei überführt werden können und somit nur stark eingeschränkt weitergehenden Auswertungen zur Verfügung stehen. Die befragten Tierärztinnen und Tierärzte sind sich dessen bewusst, weswegen auch mehr als 70 % der zur Nutzerfreundlichkeit analoger Untersuchungsberichte Befragten eine digitale Form der Untersuchungsaufträge mit automatischer Auswertung bzw. Anzeige der Laborbefunde für sinnvoll halten. Nach Einführung der Anwendungssoftware in die tierärztliche Praxis halten alle befragten Tierärzte und Tierärztinnen sowohl die digitale Form der Untersuchungsaufträge also auch die digitale Form der Laborbefunde für sehr sinnvoll.

## 6. Zusammenfassung

Bakterien sind gegenüber antibakteriellen Wirkstoffen weltweit unempfindlicher geworden. Die Zunahme der antimikrobiellen Resistenz stellt eine wachsende Bedrohung für das gesamte Gesundheitswesen dar. Alle beteiligten Akteure sind herausgefordert Resistenzen zu senken oder zu verhindern. Neben Schwachstellen im humanmedizinischen Einsatz von Antibiotika wird aber auch der Antibiotikaeinsatz in der Landwirtschaft als ein Teil des Problems gesehen. Wesentliche hieraus abgeleitete politische Forderungen sind u.a. eine pauschale Mengenreduktion von Antibiotika in der Landwirtschaft, der Verzicht auf Reserveantibiotika in der Veterinärmedizin sowie eine Neuordnung des Arzneimittelgeschäfts in der Veterinärmedizin. Antibiotika dürfen nur noch eingesetzt werden, wenn sie nach therapeutischen Gründen angezeigt und unbedingt erforderlich sind. Aber auch die unverzichtbare Behandlung kranker Tiere, kann einen wesentlichen Einfluss auf die Menge der angewendeten Antibiotika haben. Zeigt die Indikation der Tierärztin oder des Tierarztes, dass erkrankte Tiere mit einem antibakteriellen Wirkstoff behandelt werden müssen, ist mittlerweile in vielen Fällen die Durchführung eines Antibiogramms (Antibiogrammpflicht) gesetzlich vorgeschrieben und das Ergebnis zu dokumentieren. Da der Befund erst mit einigen Tagen Verzögerung vorliegt, werden die Tiere zunächst mit einem von der Tierärztin oder dem Tierarzt ausgewählten Antibiotikum („Erstverschreibung“) behandelt. Momentan kann die Auswahl beispielsweise auf Basis allgemeiner Beschreibungen zur deutschlandweiten Resistenzlage erfolgen. Diese Daten basieren nicht auf einer dezidierten, ortsspezifischen Grundlage, sind meist veraltet und entsprechen nicht der konkreten betrieblichen oder regionalen Resistenzsituation.

Das vorliegende Projekt beschäftigte sich zum einem mit dem Aufbau eines regionalen und dynamischen Resistenz-Monitorings, um über bessere qualitative Informationen den Antibiotikaeinsatz insgesamt zu verringern (*Antibiotic Stewardship*) und gleichzeitig die Qualität der Tierhaltung zukunftssicher zu gestalten. Dazu wurde zusammen mit dem Projektpartner FarmTool Farmsoftware GmbH (Gescher, Deutschland) eine Onlinelösung für die tierärztliche Praxis in Form einer Anwendungssoftware mit dem Ziel entwickelt, betriebsinterne Erreger- und *in-vitro* Empfindlichkeitsprofile erarbeiten und darstellen zu können. Diese Profile sollen den behandelnden Tierarzt und der behandelnden Tierärztin auf Einzelbetriebsebene helfen, bereits bei der Erstbehandlung erkrankter Tiere, den antibakteriellen Wirkstoff mit der höchsten *in-vitro* Wirkpotenz auszuwählen. Diese Datensätze können dabei nicht nur den behandelnden Veterinärmedizinern und Veterinärmedizinerinnen nutzen, sondern könnten auch für anonymisierte betriebsübergreifende Analysen herangezogen werden.

Um die Dringlichkeit des Aufbaus eines regionalen und dynamischen Resistenz-Monitorings darzustellen, wurden sowohl Anwendungs- und Abgabebelege, als auch Laborbefunde aus den Jahren 2016-2018 für die Tierart Schwein aus einer größeren Tierarztpraxis aus Nordrhein-Westfalen retrospektiv analysiert. Analysen aus labordiagnostischen Befunden haben gezeigt, dass unterschiedliche *in-vitro* Resistenzgrade allein für den Erreger *E. coli* und die Altersklasse Ferkel zwischen fünf betrachteten Kreisen bzw. den in diesen Kreisen liegenden tierhaltenden Betrieben in NRW existieren. Somit weisen die retrospektiven Auswertungen von *in-vitro* Sensibilitätsprüfungen darauf hin, dass allgemeine Beschreibungen zur deutschlandweiten Resistenzsituation nicht ausreichend sind, um für die Erstverschreibung den antibakteriellen Wirkstoff mit dem höchsten antimikrobiellen Wirksamkeitsgrad auszuwählen.

Außerdem wurde als Vorbereitung auf die Einführung der Software im Rahmen eines fragebogenbasierten Interviews vorab die Nutzerfreundlichkeit der aktuellen analogen Untersuchungsaufträge des

ausgewählten Labordienstleisters in persönlichen Einzelinterviews erfragt. Nach Einführung der Anwendungssoftware (App) in die tierärztliche Praxis, wurde ein weiteres fragebogenbasiertes Interview geplant, in welchem die Nutzerfreundlichkeit der Software abgefragt wurde. Insgesamt wurde während des Interviews zur Nutzerfreundlichkeit digitaler Untersuchungsberichte der Eindruck vermittelt, dass die Mehrheit der befragten Tierärzte und Tierärztinnen den Mehrwert, welcher sich durch die Anwendung der Software ergibt, erkannten, selbst von jenen Tierärzten und Tierärztinnen, welche während der ersten Interviews im Jahr 2019 eher skeptisch gegenüber dieser Form der Digitalisierung eingestellt waren.

## Literaturverzeichnis

- Afifi, N. A.; El-Sooud, K. A. (1997): Tissue concentrations and pharmacokinetics of florfenicol in broiler chickens. In: *British Poultry Science* 38 (4), S. 425–428. DOI: 10.1080/00071669708418013.
- Altreuther, P.; Bottner, A.; Scheer, M.; Schmid, P.; Traeder, W.; Weiskopf, S. (1997): Anmerkungen zum Resistenzmonitoring in der Tiergesundheit. In: *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 110 (11-12), S. 418–421.
- Amass, S. F.; SanMiguel, P.; Clark, L. K. (1997): Demonstration of Vertical Transmission of *Streptococcus suis* in Swine by Genomic Fingerprinting. In: *Journal of Clinical Microbiology* 35 (6), S. 1595–1959, zuletzt geprüft am 08.06.2020.
- Anadón, A.; Martínez-Larrañaga, M. R.; Díaz, M. J.; Fernández-Cruz, M. L.; Martínez, M. A.; Frejo, M. T. et al. (1999): Pharmacokinetic variables and tissue residues of enrofloxacin and ciprofloxacin in healthy pigs. In: *American journal of veterinary research* 60 (11), S. 1377–1382.
- Anadón, Arturo; Martínez-Larrañaga, María R.; Díaz, María J.; Martínez, María A.; Frejo, María T.; Martínez, Marta et al. (2002): Pharmacokinetic characteristics and tissue residues for marbofloxacin and its metabolite N-desmethyl-marbofloxacin in broiler chickens. In: *American journal of veterinary research* 63 (7), S. 927–933. DOI: 10.2460/ajvr.2002.63.927.
- Andresen, L. O.; Bille-Hansen, V.; Wegener, H. C. (1997): *Staphylococcus hyicus* exfoliative toxin: purification and demonstration of antigenic diversity among toxins from virulent strains. In: *Microbial pathogenesis* 22 (2), S. 113–122. DOI: 10.1006/mpat.1996.0097.
- Aragon, V.; Segales, J.; Tucker, A. W. D. (2019): Glässer's Disease. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker und Alejandro Ramirez (Hg.): *Diseases of swine*. Eleventh edition, S. 844–851.
- Arbeitskreis Antibiotikaresistenz der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (2019): Empfehlung zur Empfindlichkeitsbestimmung. Online verfügbar unter <http://antibiotikaresistenz.dvg.net/index.php?id=1908>, zuletzt geprüft am 11.10.2019.
- Association for Digital Document Standards (2019): Was ist ein Text-Dokument. Online verfügbar unter <https://www.pdfa.org/das-digitale-dokumentenformat/>, zuletzt geprüft am 29.10.2019.
- Australian Government, Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (2003): NRA Gazette No. 7, July 2003. Florfenicol. c=AU o=Commonwealth of Australia ou=Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. Online verfügbar unter <https://web.archive.org/web/20070907152939/http://www.apvma.gov.au/archive/gazette0307p13.shtml>, zuletzt geprüft am 19.01.2020.
- Azuma, R.; Hamaoka, T.; Shioi, H.; Tanji, T.; Yamaguchi, H.; Shiga, K.; Kondo, F. (1983): Case report of necrotic enteritis in neonatal pigs caused by *Clostridium perfringens* type C. In: *Nihon juigaku zasshi. The Japanese journal of veterinary science* 45 (1), S. 135–137. DOI: 10.1292/jvms1939.45.135.
- Barnes, D. M.; Moon, H. W. (1964): ENTEROTOXEMIA IN PIGS DUE TO *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS* TYPE C. In: *Journal of the American Veterinary Medical Association* 144, S. 1391–1394.
- Bauditz, R. (1987): Ergebnisse der klinischen Prüfung von Baytril bei Kälbern und Schweinen. In: *VMN: Veterinär-medizinische Nachrichten*, S. 122–129.
- Benchaoui, H. A.; Nowakowski, M.; Sherington, J.; Rowan, T. G.; Sunderland, S. J. (2004): Pharmacokinetics and lung tissue concentrations of tulathromycin in swine. In: *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics* 27 (4), S. 203–210. DOI: 10.1111/j.1365-2885.2004.00586.x.
- Bennett, J. M. (2015): Agricultural Big Data: utilisation to discover the unknown and instigate practice change. In: *Farm Policy Journal* 12 (1), S. 43–50.
- Bildosola, I.; Río-Belver, R.; Cilleruelo, E.; Garechana, G. (2015): Design and Implementation of a Cloud Computing Adoption Decision Tool: Generating a Cloud Road. In: *PLoS one*. DOI: 10.1371/journal.pone.0134563.
- Binder, S.; Le, N. B.; Berner, H.; Bauer, J. (1993): Zur Wirksamkeit von Tilmicosin bei respiratorischen Erkrankungen des Schweines. In: *Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift* 106 (1), S. 6–9.
- Blackall, P. J.; Klaasen, H.L.B.M.; van den Bosch, H.; Kuhnert, P.; Frey, J. (2002): Proposal of a new serovar of *Actinobacillus pleuropneumoniae*: serovar 15. In: *Veterinary Microbiology* 84 (1-2), S. 47–52. DOI: 10.1016/S0378-1135(01)00428-X.

BMEL: Betriebliche Therapiehäufigkeit. Hg. v. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05\\_Tierarzneimittel/01\\_Aufgaben/05\\_AufgAntibiotikaResistenz/06\\_Therapiehaeufigkeit/Therapiehaeufigkeit\\_node.html;jsessionid=568ED8F3569F0D3AA40437E8F8DDCE92.2\\_cid332](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05_Tierarzneimittel/01_Aufgaben/05_AufgAntibiotikaResistenz/06_Therapiehaeufigkeit/Therapiehaeufigkeit_node.html;jsessionid=568ED8F3569F0D3AA40437E8F8DDCE92.2_cid332), zuletzt geprüft am 14.01.2020.

BMEL: Entwicklung der Kennzahlen zur Therapiehäufigkeit. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Online verfügbar unter [https://www.bmel.de/DE/Tier/Tiergesundheit/Tierarzneimittel/\\_texte/EntwicklungKennzahlenTherapiehaeufigkeit.html;jsessionid=439B7531B252CBC9FAB0B1EE63F5550C.1\\_cid376#doc9106832bodyText1](https://www.bmel.de/DE/Tier/Tiergesundheit/Tierarzneimittel/_texte/EntwicklungKennzahlenTherapiehaeufigkeit.html;jsessionid=439B7531B252CBC9FAB0B1EE63F5550C.1_cid376#doc9106832bodyText1), zuletzt geprüft am 14.10.2020.

BpT (2018): Kein guter Tag: TÄHAV ohne Aussprache im Bundesrat verabschiedet. Online verfügbar unter [https://m.tieraerzverband.de/bpt/aktuelles/archiv/2018/2018\\_02\\_02\\_tahav-bundesratsbeschluss.php?redirectResize=1](https://m.tieraerzverband.de/bpt/aktuelles/archiv/2018/2018_02_02_tahav-bundesratsbeschluss.php?redirectResize=1), zuletzt geprüft am 12.11.2019.

Brockmeier, S. L.; Lager, K. M. (2002): Experimental airborne transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus and Bordetella bronchiseptica. In: *Veterinary Microbiology* 89 (4), S. 267–275. DOI: 10.1016/S0378-1135(02)00204-3.

Brockmeier, S. L.; Register, K. B.; Kuehn, J. S.; Nicholson, T. L.; Loving, C. L.; Bayles, D. O. et al. (2014): Virulence and draft genome sequence overview of multiple strains of the swine pathogen Haemophilus parasuis. In: *PLoS one* 9 (8), e103787. DOI: 10.1371/journal.pone.0103787.

Brockmeier, S. L.; Register, K. B.; Nicholson, T. L.; Loving, C. L. (2019): Bordetellosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker und Alejandro Ramirez (Hg.): Diseases of swine. Eleventh edition, S. 767–775.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2018): Bewertung von Antibiogrammen. Hg. v. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05\\_Tierarzneimittel/Fachmeldungen/Grenzwerte\\_sortiert\\_ohne\\_humanmed\\_Wirkstoffe.html?nn=1401078](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/Fachmeldungen/Grenzwerte_sortiert_ohne_humanmed_Wirkstoffe.html?nn=1401078), zuletzt geprüft am 05.11.2019.

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie (2016): GERMAP 2015 Antibiotika-Resistenz und -Verbrauch. Bericht über den Antibiotikaverbrauch und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der Human- und Veterinärmedizin in Deutschland. Antiinfectives Intelligence. Rheinbach. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05\\_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/05_Tierarzneimittel/germap2015.pdf?__blob=publicationFile&v=4), zuletzt geprüft am 13.01.2020.

Bundesanzeiger (2017): Verordnung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken. Drucksache 759/17. Online verfügbar unter [https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2017/0701-0800/759-17.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2017/0701-0800/759-17.pdf?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt geprüft am 12.11.2019.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Verordnung über tierärztliche Hausapotheken. TÄHAV. Online verfügbar unter [https://www.gesetze-im-internet.de/t\\_hav/T%C3%84HAV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/t_hav/T%C3%84HAV.pdf), zuletzt geprüft am 15.01.2020.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2018a): Verordnung über das datenbankgestützte Informationssystem über Arzneimittel des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information. (DIMDI-Arzneimittelverordnung -DIMDI-AMV). Online verfügbar unter <http://www.gesetze-im-internet.de/dimdiamv/DIMDI-AMV.pdf>, zuletzt geprüft am 14.01.2020.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2018b): Verordnung über tierärztliche Hausapotheken. TÄHAV. Online verfügbar unter [https://www.gesetze-im-internet.de/t\\_hav/TÄHAV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/t_hav/TÄHAV.pdf), zuletzt aktualisiert am 01.03.2018, zuletzt geprüft am 23.10.2019.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2019): Gesetz über den Verkehr mit Arzneimitteln. (Arzneimittelgesetz - AMG). Online verfügbar unter [https://www.gesetze-im-internet.de/amg\\_1976/AMG.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/amg_1976/AMG.pdf), zuletzt geprüft am 14.01.2020.

Bundestierärztekammer: VetMAB: Antibiotikaminimierung im Stall - ein internetbasiertes Fortbildungs- und Datenverwaltungstool zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung / Bundestierärztekammer e.V. Online verfügbar unter <https://www.bundestieraerztekammer.de/atf/fortbildung/archiv/fortbildung/VetMAB-Antibiotikaminimierung-im-Stall-ein-internetbasiertes-atf/fortbildung/archiv/fortbildung/vetmab-antibiotikaminimierung-im-stall-ein-internetbasiertes-184>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.



- Bundestierärztekammer (Hg.) (2015): Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln. *Deutsches Tierärzteblatt* (3).
- Bundestierärztekammer (2018): Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik beim Schwein, Rind, Geflügel und Fisch. In: *Deutsches Tierärzteblatt* 66 (12), zuletzt geprüft am 10.09.2020.
- Bundestierärztekammer (2019): Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik bei Hund und Katze. In: *Deutsches Tierärzteblatt* 67 (10), zuletzt geprüft am 10.09.2020.
- Bundestierärztekammer.; FU Berlin; Vetion.de GmbH (Hg.): VetMAB - Persönliches Resistenzmonitoring. Online verfügbar unter <https://www.vetmab.de/datenbank/>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- Bundestierärztekammer.; FU Berlin; Vetion.de GmbH (Hg.) (2019): VetMAB (2014-2017). Entwicklung und Einführung eines internetbasierten Fortbildungs- und Datenverwaltungstools zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung. Online verfügbar unter <https://www.vetmab.de/allgemeines/>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- Buxmann, P. (2014): Software as a Service. In: *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*.
- BVL: Die Erfassung der Antibiotika-Abgabemengen. Hg. v. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05\\_Tierarzneimittel/01\\_Aufgaben/05\\_AufgAntibiotikaResistenz/01\\_ErfassungAbgabemengen/ErfassungAbgabemengen\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05_Tierarzneimittel/01_Aufgaben/05_AufgAntibiotikaResistenz/01_ErfassungAbgabemengen/ErfassungAbgabemengen_node.html), zuletzt geprüft am 14.01.2020.
- BVL: GERMAP – Antibiotika-Resistenz und -Verbrauch. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05\\_Tierarzneimittel/01\\_Aufgaben/05\\_AufgAntibiotikaResistenz/04\\_GERMAP/GERMAP\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/05_Tierarzneimittel/01_Aufgaben/05_AufgAntibiotikaResistenz/04_GERMAP/GERMAP_node.html), zuletzt geprüft am 13.01.2020.
- BVL (2018): Bericht zur Resistenzmonitoringstudie 2016. Resistenzsituation bei klinisch wichtigen tierpathogenen Bakterien. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/07\\_Resistenzmonitoringstudie/Bericht\\_Resistenzmonitoring\\_2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Berichte/07_Resistenzmonitoringstudie/Bericht_Resistenzmonitoring_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=5), zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- BVL (2019a): Erneut weniger Antibiotika in der Tiermedizin abgegeben. Abgabemengen für Fluorchinolone und Cephalosporine der 3. und 4. Generation erstmals unter dem Niveau von 2011. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/05\\_tierarzneimittel/2019/2019\\_07\\_25\\_PI\\_Antibiotikaabgabe.html](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/05_tierarzneimittel/2019/2019_07_25_PI_Antibiotikaabgabe.html), zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- BVL (2019b): Tab. 1: Vergleich der Antibiotika-Abgabemengen bezogen auf die Wirkstoffklassen 2011 bis 2018. Online verfügbar unter [https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Bilder/09\\_Presse/01\\_Bilder\\_Pressemitteilungen/Tabelle\\_Antibiotika\\_Abgabemenge2018\\_Print.html;jsessionid=B3FF8F20649D2F4520F4565A13E5DD57.2\\_cid332?nn=12429764](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Bilder/09_Presse/01_Bilder_Pressemitteilungen/Tabelle_Antibiotika_Abgabemenge2018_Print.html;jsessionid=B3FF8F20649D2F4520F4565A13E5DD57.2_cid332?nn=12429764), zuletzt geprüft am 14.04.2020.
- Caprile, K. A. (1988): The cephalosporin antimicrobial agents: a comprehensive review. In: *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics* 11 (1), S. 1–32. DOI: 10.1111/j.1365-2885.1988.tb00117.x.
- Cardoso-Toset, F.; Gómez-Laguna, J.; Callejo, M.; Vela, A. I.; Carrasco, L.; Fernández-Garayzábal, J. F. et al. (2013): Septicaemic pasteurellosis in free-range pigs associated with an unusual biovar 13 of *Pasteurella multocida*. In: *Veterinary Microbiology* 167 (3-4), S. 690–694. DOI: 10.1016/j.vetmic.2013.08.005.
- Chiers, K.; Haesebrouck, F.; van Overbeke, I.; Charlier, G.; Ducatelle, R. (1999): Early in vivo interactions of *Actinobacillus pleuropneumoniae* with tonsils of pigs. In: *Veterinary Microbiology* 68 (3-4), S. 301–306. DOI: 10.1016/S0378-1135(99)00048-6.
- Christl, W. (2014): Kommerzielle digitale Überwachung im Alltag. Studie im Auftrag der Bundesarbeitskammer. In: *Entnommen als PDF von crackedlabs.org*.
- Clasen, M. (2015): Das Internet der Dinge als Basis einer vollständig automatisierten Landwirtschaft. In: *GIL Jahrestagung*, S. 41–44.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (Hg.) (2018): Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals. 4th edition, VET08, zuletzt geprüft am 11.08.2020.
- Cloutier, G.; D’Allaire, S.; Martinez, G.; Surprenant, C.; Lacouture, S.; Gottschalk, M. (2003): Epidemiology of *Streptococcus suis* serotype 5 infection in a pig herd with and without clinical disease. In: *Veterinary Microbiology* 97 (1-2), S. 135–151. DOI: 10.1016/j.vetmic.2003.09.018.

- Cornick, N. A.; Matisse, I.; Samuel, J. E.; Bosworth, B. T.; Moon, H. W. (2000): Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infection: temporal and quantitative relationships among colonization, toxin production, and systemic disease. In: *The Journal of infectious diseases* 181 (1), S. 242–251. DOI: 10.1086/315172.
- Cox, A. L.; Meewis, J. M.; Horton, R. (1989): Penetration into lung tissue after intravenous administration of amoxicillin/clavulanate. In: *The Journal of antimicrobial chemotherapy* 24 Suppl B, S. 87–91. DOI: 10.1093/jac/24.suppl\_b.87.
- de-Jong, M. F.; Nielsen, J. P. (1990): Definition of progressive atrophic rhinitis. In: *The Veterinary Record* 126 (4), S. 93. Online verfügbar unter [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2309397/?from\\_single\\_result=de+jong+nielson+1990](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2309397/?from_single_result=de+jong+nielson+1990).
- Deutsches Arzneiprüfungsinstitut (2017): (ABDA) Zahl der Antibiotika-Verordnungen in Deutschland bleibt konstant niedrig. Online verfügbar unter <http://www.dapi.de/aktuelles/pressespiegel/details/article/abda-zahl-der-antibiotika-verordnungen-in-deutschland-bleibt-konstant-niedrig/>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- Deutsches Zentrum für Infektionsforschung (2016): GERMAP 2015 erschienen. Online verfügbar unter <https://www.dzif.de/de/germap-2015-erschieden>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- Devriese, L. A.; Hommez, J.; Pot, B.; Haesebrouck, F. (1994): Identification and composition of the streptococcal and enterococcal flora of tonsils, intestines and faeces of pigs. In: *The Journal of applied bacteriology* 77 (1), S. 31–36. DOI: 10.1111/j.1365-2672.1994.tb03040.x.
- Devriese, L. A.; Kilpper-Bälz, R.; Schleifer, K. H. (1988): *Streptococcus hyointestinalis* sp. nov. from the Gut of Swine. In: *International Journal of Systematic Bacteriology* 38 (4), S. 440–441, zuletzt geprüft am 08.06.2020.
- Devriese, L. A.; Pot, B.; Vandamme, P.; Kersters, K.; Collins, M. D.; Alvarez, N. et al. (1997): *Streptococcus hyovaginalis* sp. nov. and *Streptococcus thoralensis* sp. nov., from the genital tract of sows. In: *International Journal of Systematic Bacteriology* 47 (4), S. 1073–1077. DOI: 10.1099/00207713-47-4-1073.
- Diab, S. S. (2016): Diseases Produced by *Clostridium perfringens* Type C. In: Francisco A. Uzal, J. Glenn Songer, John F. Prescott und Michel R. Popoff (Hg.): *Clostridial Diseases of Animals*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, S. 143–155.
- Dmitriev, Boris A.; Toukach, Filip V.; Schaper, Klaus-Jürgen; Holst, Otto; Rietschel, Ernst T.; Ehlers, Stefan (2003): Tertiary Structure of Bacterial Murein: the Scaffold Model. Unter Mitarbeit von Boris A. Dmitriev, Filip V. Toukach, Klaus-Jürgen Schaper, Otto Holst, Ernst T. Rietschel und Stefan Ehlers. American Society for Microbiology Journals. Online verfügbar unter <https://jb.asm.org/content/185/11/3458.full>, zuletzt aktualisiert am 01.06.2003, zuletzt geprüft am 18.01.2020.
- Dominick, M. A.; Rimler, R. B. (1988): Turbinate osteoporosis in pigs following intranasal inoculation of purified *Pasteurella* toxin: histomorphometric and ultrastructural studies. In: *Veterinary pathology* 25 (1), S. 17–27. DOI: 10.1177/030098588802500103.
- Dornhelm, Peter; Högenauer, Gregor (1978): The Effects of Tiamulin, a Semisynthetic Pleuromutilin Derivative, on Bacterial Polypeptide Chain Initiation. In: *European journal of biochemistry*, S. 465–473. Online verfügbar unter <https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1432-1033.1978.tb12699.x>, zuletzt geprüft am 19.01.2020.
- Duncan, J. R.; Ramsey, R. K.; SWITZER, W. P. (1966a): Pathology of experimental *Bordetella bronchiseptica* infection in swine: pneumonia. In: *American journal of veterinary research* 27 (117), S. 467–472.
- Duncan, J. R.; Ross, R. F.; SWITZER, W. P.; Ramsey, F. K. (1966b): Pathology of experimental *Bordetella bronchiseptica* infection in swine: atrophic rhinitis. In: *American journal of veterinary research* 27 (117), S. 457–466.
- Duncan, M.; Smith, D. (1992): Ontario. Isolation of *Staphylococcus hyicus* from aborted piglets. In: *The Canadian Veterinary Journal* 33 (1), S. 75–76.
- Fairbrother, J. M.; Nadeau, E. (2019): Colibacillosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karkiker und Alejandro Ramirez (Hg.): *Diseases of swine*. Eleventh edition, S. 807–832.
- Fairbrother, John M.; Nadeau, Eric; Gyles, Carlton L. (2005): *Escherichia coli* in postweaning diarrhea in pigs: an update on bacterial types, pathogenesis, and prevention strategies. In: *Anim. Health. Res. Rev.* 6 (1), S. 17–39. DOI: 10.1079/ahr2005105.
- Fauler, Joachim (2014): Wirkmechanismen von Antibiotika und bakterielle Resistenz. In: *Präv Gesundheitsf* 9 (3), S. 159–165. DOI: 10.1007/s11553-014-0448-z.
- Feßler, A. T.; Böttner, A.; Fehr, M.; Kaspar, H.; Kehrenberg, C.; Kietzmann, M. et al. (2017): Mikrotiterplattenlayouts für Kleintiere, Großtiere und Mastitis. Aktualisierung der Layouts des DVG-Arbeitskreises "Antibiotikaresistenz". In: *Deutsches Tierärzteblatt* 65 (4), S. 472–481, zuletzt geprüft am 05.05.2020.

- Fiege, F.; M. Kalweit; C. Wildraut; M. Mergenthaler (2017): Datenschutz im Hinblick auf die Antibiotika-Datenbank und die Datenvernetzung in Nutztierpraxen in NRW. In: *Notizen aus der Forschung Nr. 9/2017*.
- Foged, N. T.; Pedersen, K. B.; Elling, F. (1987): Characterization and biological effects of the *Pasteurella multocida* toxin. In: *FEMS Microbiology Letters* 43 (1), S. 45–51. DOI: 10.1111/j.1574-6968.1987.tb02095.x.
- Frana, T. S.; Hau, S. J. (2019): Staphylococcosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker und Alejandro Ramirez (Hg.): *Diseases of swine*. Eleventh edition, S. 926–933.
- Frazier, D. L.; Thompson, L.; Trettien, A.; Evans, E. I. (2000): Comparison of fluoroquinolone pharmacokinetic parameters after treatment with marbofloxacin, enrofloxacin, and difloxacin in dogs. In: *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics* 23 (5), S. 293–302. DOI: 10.1046/j.1365-2885.2000.00285.x.
- Frère, Jean-Marie; Page, Malcolm G. P. (2014): Penicillin-binding proteins: evergreen drug targets. In: *Current opinion in pharmacology* 18, S. 112–119. DOI: 10.1016/j.coph.2014.09.012.
- Frey, H. H.; Löscher, W.; Althaus, F. R.; Hg (Hg.) (2010): *Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin*. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart.
- Frey, J. (2003): Detection, identification, and subtyping of *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)* 216, S. 87–95. DOI: 10.1385/1-59259-344-5:87.
- Futagawa-Saito, K.; Ba-Thein, W.; Higuchi, T.; Sakurai, N.; Fukuyasu, T. (2007): Nationwide molecular surveillance of exfoliative toxigenic *Staphylococcus hyicus* on pig farms across Japan. In: *Veterinary Microbiology* 124 (3-4), S. 370–374. DOI: 10.1016/j.vetmic.2007.04.036.
- Gordon, David M.; Cowling, Ann (2003): The distribution and genetic structure of *Escherichia coli* in Australian vertebrates: host and geographic effects. In: *Microbiology (Reading, England)* 149 (Pt 12), S. 3575–3586. DOI: 10.1099/mic.0.26486-0.
- Gottschalk, M.; Broes, A. (2019): Actinobacillosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker und Alejandro Ramirez (Hg.): *Diseases of swine*, Bd. 11. Eleventh edition, S. 749–763.
- Gottschalk, M.; Broes, A.; Fittipaldi, N. (2003): Recent developments on *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: *34th Ann. Meeting Am. Assoc. Swine Vet.*, S. 387–393.
- Gottschalk, M.; Segura, M. (2019): Streptococcosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker und Alejandro Ramirez (Hg.): *Diseases of swine*. Eleventh edition, S. 934–950.
- Gottschalk, Marcelo (2015): The challenge of detecting herds sub-clinically infected with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: *Veterinary journal (London, England : 1997)* 206 (1), S. 30–38. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.06.016.
- Gressner, A. M.; Gressner O.A. (2019): *Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik. Gram-Färbung*. Unter Mitarbeit von Arndt T. Gressner A.M.: Springer. Online verfügbar unter [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-48986-4\\_1316](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-48986-4_1316), zuletzt geprüft am 18.01.2020.
- Grosse Beilage, E.; Nathues, H.; Grummer, B.; Hartung, J.; Kamphues, J.; Kietzmann, M. et al. (2013a): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Atemwegserkrankungen in Schweinebeständen. Aktinobazillus-Pleuropneumonie (APP). In: Elisabeth Große Beilage und Michael Wendt (Hg.): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1*. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 257–262.
- Grosse Beilage, E.; Nathues, H.; Grummer, B.; Hartung, J.; Kamphues, J.; Kietzmann, M. et al. (2013b): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Atemwegserkrankungen in Schweinebeständen. Progressive Rhinitis atrophicans (PRa). In: Elisabeth Große Beilage und Michael Wendt (Hg.): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1*. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 262–267.
- Grosse Beilage, E.; Wendt, M.; Epe, C.; Kamphues, J.; Kietzmann, M.; Rohde, J.; Weissenböck, H. (2013c): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Hauterkrankungen in Schweinebeständen. Exsudative Dermatitis (Ferkelruß). In: Elisabeth Große Beilage und Michael Wendt (Hg.): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1*. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 444–446.
- Große Beilage, Elisabeth; Wendt, Michael (Hg.) (2013): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1*. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502). Online verfügbar unter <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838585024>.

- Hart, F. J.; Kilgore, R. W.; Meinert, T. R.; Nutsch, R. G.; Sunderland, S. J.; Lechtenberg, K. F. (2006): Efficacy of tulathromycin in the treatment of respiratory disease in pigs caused by *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: *The Veterinary Record* 158 (13), S. 433–436. DOI: 10.1136/vr.158.13.433.
- Hartl, D. L.; Dykhuizen, D. E. (1984): The Population Genetics Of *Escherichia Coli*. In: *Ann. Rev. Genet.* ? (18), S. 31–68, zuletzt geprüft am 05.06.2020.
- Harvey, R. B.; Edrington, T. S.; Kubena, L. F.; Corrier, D. E.; Elissalde, M. H. (1995): Influence of the antibiotics lincomycin and tylosin on aflatoxicosis when added to aflatoxin-contaminated diets of growing swine. In: *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc* 7 (3), S. 374–379. DOI: 10.1177/104063879500700313.
- Harvey, R. G.; Hunter, P. A. (1999): The properties and use of penicillins in the veterinary field, with special reference to skin infections in dogs and cats. In: *Vet Dermatol* 10 (3), S. 177–186. DOI: 10.1046/j.1365-3164.1999.00186.x.
- Hemme, Malin; van Rennings, Lisa; Hartmann, Maria; von Münchhausen, Christiane; Käsbohrer, Annemarie; Kreienbrock, Lothar (2016): Antibiotikaeinsatz in der Nutztierhaltung in Deutschland. Erste Ergebnisse zu zeitlichen Trends im wissenschaftlichen Projekt "VetCab-Sentinel". In: *Deutsches Tierärzteblatt* (4). Online verfügbar unter <https://www.bundestieraerztekammer.de/btk/dtbl/archiv/artikel/4/2016/antibiotikaeinsatz-in-der-nutztierhaltung-in-deutschland>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- Hill, B. D.; Corney, B. G.; Wagner, T. M. (1996): Importance of *Staphylococcus hyicus* ssp *hyicus* as a cause of arthritis in pigs up to 12 weeks of age. In: *Australian veterinary journal* 73 (5), S. 179–181. DOI: 10.1111/j.1751-0813.1996.tb10022.x.
- Hodgin, L. A.; Högenauer, G. (1974): The mode of action of pleuromutilin derivatives. Effect on cell-free polypeptide synthesis. In: *European journal of biochemistry* 47 (3), S. 527–533. DOI: 10.1111/j.1432-1033.1974.tb03721.x.
- Högenauer, G. (1975): The mode of action of pleuromutilin derivatives. Location and properties of the pleuromutilin binding site on *Escherichia coli* ribosomes. In: *European journal of biochemistry* 52 (1), S. 93–98. DOI: 10.1111/j.1432-1033.1975.tb03976.x.
- Högenauer, G.; Ruf, C. (1981): Ribosomal binding region for the antibiotic tiamulin: stoichiometry, subunit location, and affinity for various analogs. In: *Antimicrobial agents and chemotherapy* 19 (2), S. 260–265. DOI: 10.1128/aac.19.2.260.
- Imberechts, H.; Bertschinger, H. U.; Stamm, M.; Sydler, T.; Pohl, P.; Greve, H. de et al. (1994): Prevalence of F107 fimbriae on *Escherichia coli* isolated from pigs with oedema disease or postweaning diarrhoea. In: *Veterinary Microbiology* 40 (3-4), S. 219–230. DOI: 10.1016/0378-1135(94)90111-2.
- Jawetz, Ernest; Melnick, Joseph L.; Adelberg, Edward A. (1973): *Medizinische Mikrobiologie*. Volume 1. Dritte, überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg.
- Joshi, N.; Miller, D. Q. (1997): Doxycycline Revisited. In: *Archives of Internal Medicine* (157), S. 1421–1428. DOI: 10.1001/archinte.1997.00440340035003.
- Kahlmeter, G.; Brown, Derek F. J.; Goldstein, F. W.; MacGowan, A. P.; Mouton, J. W.; Osterlund, A. et al. (2003): European harmonization of MIC breakpoints for antimicrobial susceptibility testing of bacteria. In: *The Journal of antimicrobial chemotherapy* 52 (2), S. 145–148. DOI: 10.1093/jac/dkg312.
- Kamp, Elbarte M.; Popma, Johan K.; van Leengoed, Leo A.M.G. (1987): Serotyping of *Haemophilus pleuropneumoniae* in the Netherlands: With emphasis on heterogeneity within serotype 1 and (proposed) serotype 9. In: *Veterinary Microbiology* 13 (3), S. 249–257. DOI: 10.1016/0378-1135(87)90087-3.
- Kaske, M.; Waldmann, K. H.; Wallmann, J.; Kietzmann, M. (2014): Einsatz von Antibiotika zur Prophylaxe, Metaphylaxe und Therapie bei Schwein und Rind. In: *Der Praktische Tierarzt* (Supplemente 5), S. 13–17, zuletzt geprüft am 29.04.2020.
- Kilian, M.; Nicolet, J.; Biberstein, E. L. (1978): Biochemical and Serological Characterization of *Haemophilus pleuropneumoniae* (Matthews and Pattison 1961) Shope 1964 and Proposal of a Neotype Strain. In: *International Journal of Systematic Bacteriology* 28 (1), S. 20–26, zuletzt geprüft am 09.06.2020.
- Klopfleisch, R.; Bertram, C. (2018): Gefahr oder Chance für den tierärztlichen Beruf? Digitalisierung und künstliche Intelligenz. In: *Deutsches Tierärzteblatt* 66 (8), S. 1078–1083, zuletzt geprüft am 11.08.2020.
- Koch, T. (1998): Neuere Makrolide. In: *pharma-kritik* 20 (13), S. 49–52.
- König, B.; Kuntosch, A.; Bokelmann, W.; Doernberg, A.; Schwerdtner, W.; Busse, M. et al. (2012): Nachhaltige Innovationen in der Landwirtschaft: Komplexe Herausforderungen im Innovationssystem. In: *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung* 81 (4), S.

71–92. Online verfügbar unter <https://elibrary.duncker-humblot.com/zeitschriften/id/25/vol/81/iss/1441/art/5221/>, zuletzt geprüft am 11.08.2020.

Krah, A. (2006): Zur Toxikologie der Antibiotikagruppe der Gyrasehemmer/Chinolone unter besonderer Berücksichtigung der Fluorchinolone. Online verfügbar unter [https://doi.dl.uni-leipzig.de/receive/PGSToxi\\_mods\\_00000623;jsessionid=C6C0399FD362E2E9D73A47FC0AA51587](https://doi.dl.uni-leipzig.de/receive/PGSToxi_mods_00000623;jsessionid=C6C0399FD362E2E9D73A47FC0AA51587), zuletzt geprüft am 22.07.2020.

Kroha, P. (1997): Software-Entwicklung als Prozess. In: *Softwaretechnologie*.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010a): Chemotherapie bakterieller Infektionen. 4-Chinolone (Gyrasehemmer). In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 456–460.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010b): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Aminoglykosid-Antibiotica. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 431–435.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010c): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Fencicole. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 444–445.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010d): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Lincosamide. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 441–443.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010e): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Macrolid-Antibiotica. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 437–441.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010f): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Pleuromutilin-Gruppe. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 445–446.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010g): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Polypeptidantibiotica. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 443–444.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010h): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Sulfonamide. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, S. 446–453.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010i): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Tetracycline. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart, 435-437.

Kroker, R.; Scherkl, R.; Ungemach, F. R. (2010j): Chemotherapie bakterieller Infektionen. Trimethoprim und Kombinationen von Trimethoprim mit Sulfonamiden. In: H. H. Frey, W. Löscher, F. R. Althaus und Hg (Hg.): Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS Medizinverl. Stuttgart.

Kuhlmann, A. (2008): Technische Möglichkeiten zur Verbesserung der Prozessdokumentation und Rück-verfolgbarkeit in der Schweinehaltung. KTBL-Tagung. Osnabrück, 30.09.2008.

Li, Jiancheng; Ding, Shuangyang; Zhang, Suxia; Li, Cun; Li, Xiaowei; Liu, Zhongwei et al. (2006): Residue Depletion of Florfenicol and Its Metabolite Florfenicol Amine in Swine Tissues after Intramuscular Administration. In: *J. Agric. Food Chem.* 54 (25), S. 9614–9619. DOI: 10.1021/jf061869p.

Li, Jian-Zhong; Fung, Ki-Fai; Chen, Zhang-Liu; Zeng, Zhen-Ling; Zhang, Jie (2002): Tissue pharmacokinetics of florfenicol in pigs experimentally infected with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In: *European journal of drug metabolism and pharmacokinetics* 27 (4), S. 265–271. DOI: 10.1007/BF03192337.

Lindecrona, R. H.; Friis, C.; Nielsen, J. P. (2000): Pharmacokinetics and penetration of danofloxacin into the gastrointestinal tract in healthy and in *Salmonella typhimurium* infected pigs. In: *Research in veterinary science* 68 (3), S. 211–216. DOI: 10.1053/rvsc.1999.0361.

- Ludwig & Schuler (2018): Der Arzneimittelbrief. unabhängiges Informationsblatt. Neuere Fluorchinolone. Westkreuz-Verlag GmbH. Berlin/Bonn. Online verfügbar unter <https://www.der-arzneimittelbrief.de/Jahrgang2000/Ausgabe07Seite49.htm>, zuletzt aktualisiert am 09.06.2017, zuletzt geprüft am 22.07.2020.
- Luhofe, G.; Böttner, A.; Hafez, H. M.; Kaske, M.; Kehrenberg, C.; Kietzmann, M. et al. (2004): Vorschläge der Arbeitsgruppe "Antibiotikaresistenz" für die Belegung von Mikrotiterplatten zur Empfindlichkeitsprüfung von Bakterien gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen in der Routinediagnostik--Mastitis- und Grosstierlayouts. In: *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 117 (7-8), S. 245–251.
- Lüllmann, Heinz; Mohr, Klaus; Hein, Lutz (2006): Pharmakologie und Toxikologie. Arzneimittelwirkungen verstehen - Medikamente gezielt einsetzen ; ein Lehrbuch für Studierende der Medizin, der Pharmazie und der Biowissenschaften, eine Informationsquelle für Ärzte, Apotheker und Gesundheitspolitiker. 16., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme. Online verfügbar unter <http://www.thieme.de/ebooklibrary/inhalte/3133685163/index.html>.
- MacLeod, D. L.; Gyles, C. L.; Wilcock, B. P. (1991): Reproduction of Edema Disease of Swine with Purified Shiga-like Toxin-II Variant. In: *Vet Patho* 28 (1), S. 66–73, zuletzt geprüft am 04.06.2020.
- Marques, L.R.M.; Peiris, J.S.M.; Cryz, S. J.; O'Brien, A. D. (1987): Escherichia coli strains isolated from pigs with edema disease produce a variant of Shiga-like toxin II. In: *FEMS Microbiology Letters* 44, S. 33–38, zuletzt geprüft am 04.06.2020.
- Martineau-Doizé, B.; Frantz, J. C.; Martineau, G. P. (1990): Effects of purified Pasteurella multocida dermonecrotxin on cartilage and bone of the nasal ventral conchae of the piglet. In: *The Anatomical record* 228 (3), S. 237–246. DOI: 10.1002/ar.1092280302.
- McKellar, Q.; Gibson, I.; Monteiro, A.; Bregante, M. (1999): Pharmacokinetics of enrofloxacin and danofloxacin in plasma, inflammatory exudate, and bronchial secretions of calves following subcutaneous administration. In: *Antimicrobial agents and chemotherapy* 43 (8), S. 1988–1992.
- McOrist, S.; Morgan, J.; Veenhuizen, M. F.; Lawrence, K.; Kroger, H. W. (1997): Oral administration of tylosin phosphate for treatment and prevention of proliferative enteropathy in pigs. In: *American journal of veterinary research* 58 (2), S. 136–139.
- Medizinische Medien Informations GmbH (2020): Gelbe Liste. Pharmindex. Fluorchinolone. Online verfügbar unter <https://www.gelbe-liste.de/wirkstoffgruppen/fluorchinolone>, zuletzt geprüft am 22.07.2020.
- Modric, S.; Webb, A. I.; Derendorf, H. (1998): Pharmacokinetics and pharmacodynamics of tilmicosin in sheep and cattle. In: *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics* 21 (6), S. 444–452. DOI: 10.1046/j.1365-2885.1998.00177.x.
- Moore, GM.; Basson, RP.; Tonkinson, LV. (1996): Clinical field trials with tilmicosin phosphate in feed for the control of naturally acquired pneumonia caused by Actinobacillus pleuropneumoniae and Pasteurella multocida in swine. In: *American journal of veterinary research*, S. 224–228.
- Newton, B. A. (1956): The properties and mode of action of the polymyxins. In: *Bacteriological Reviews* 20 (1), S. 14–27.
- Nielsen, R. (1985a): Haemophilus pleuropneumoniae (Actinobacillus pleuropneumoniae). Serotypes 8, 3 and 6. Serological response and cross immunity in pigs. In: *Nordisk veterinærmedicin* 37 (4), S. 217–227.
- Nielsen, R. (1985b): Serological characterization of Haemophilus pleuropneumoniae (Actinobacillus pleuropneumoniae) strains and proposal of a new serotype: serotype 9. In: *Acta veterinaria Scandinavica* 26 (4), S. 501–512.
- Nielsen, R. (1986): Serological characterization of Actinobacillus pleuropneumoniae strains and proposal of a new serotype: serotype 12. In: *Acta veterinaria Scandinavica* 27 (3), S. 453–455.
- Nielsen, R.; Andresen, L. O.; Plambeck, T.; Nielsen, J. P.; Krarup, L. T.; Jorsal, S. E. (1997): Serological characterization of Actinobacillus pleuropneumoniae biotype 2 strains isolated from pigs in two Danish herds. In: *Veterinary Microbiology* 54 (1), S. 35–46. DOI: 10.1016/s0378-1135(96)01267-9.
- Nielsen, R.; O'Connor, P. J. (1984): Serological characterization of 8 Haemophilus pleuropneumoniae strains and proposal of a new serotype: serotype 8. In: *Acta veterinaria Scandinavica* 25 (1), S. 96–106.
- Norcia, L. J. L.; Silvia, A. M.; Santoro, S. L.; Retsema, J.; Letavic, M. A.; Bronk, B. S. et al. (2004): In vitro microbiological characterization of a novel azalide, two triamilides and an azalide ketal against bovine and porcine respiratory pathogens. In: *The Journal of antibiotics* 57 (4), S. 280–288. DOI: 10.7164/antibiotics.57.280.
- NRW-Tierärztetag (2017): Ergebnisse der Arbeitsgruppen des Hauptprogramms des 7. NRW-Tierärztetags zum Thema "Gegenwart und Zukunft der Antibiotikatherapie in der Tiermedizin" (PDF-Dokument): Tierärztekammer Westfalen-Lippe. Online verfügbar unter <http://www.tieraerztekammer-wl.de/index/>.

- Odland, B. A.; Erwin, M. E.; Ronald, N. J. (2000): Quality Control Guidelines for Disk Diffusion and Broth Microdilution Antimicrobial Susceptibility Tests with Seven Drugs for Veterinary Applications. In: *Journal of Clinical Microbiology* 38 (1), S. 453–455, zuletzt geprüft am 28.04.2020.
- Paukner, Susanne; Riedl, Rosemarie (2017): Pleuromutilins: Potent Drugs for Resistant Bugs-Mode of Action and Resistance. In: *Cold Spring Harbor perspectives in medicine* 7 (1). DOI: 10.1101/cshperspect.a027110.
- Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie (2020): GERMAP. Online verfügbar unter <https://www.p-e-g.org/germap-27.html>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- Pedersen, K. B.; Barfod, K. (1981): The aetiological significance of *Bordetella bronchiseptica* and *Pasteurella multocida* in atrophic rhinitis of swine. In: *Nordisk veterinærmedicin* 33 (12), S. 513–522.
- Peet, R. L.; Fry, J.; Lloyd, J.; Henderson, J.; Curran, J.; Moir, D. (1983): *Haemophilus parasuis* septicaemia in pigs. In: *Australian veterinary journal* 60 (6), S. 187. DOI: 10.1111/j.1751-0813.1983.tb05960.x.
- Peiffer-Smadja, Nathan; Poda, Armel; Ouedraogo, Abdoul-Salam; Guiard-Schmid, Jean-Baptiste; Delory, Tristan; Le Bel, Josselin et al. (2020): Paving the Way for the Implementation of a Decision Support System for Antibiotic Prescribing in Primary Care in West Africa: Preimplementation and Co-Design Workshop With Physicians. In: *Journal of Medical Internet Research* 22 (7), e17940. DOI: 10.2196/17940.
- Pérez-Lozano, P.; García-Montoya, E.; Orriols, A.; Miñarro, M.; Ticó, J. R.; Suñé-Negre, J. M. (2006): Stability evaluation of amoxicillin in a solid premix veterinary formulation by monitoring the degradation products through a new HPLC analytical method. In: *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis* 42 (2), S. 192–199. DOI: 10.1016/j.jpba.2006.04.024.
- Peters, R.; Holborn, P. (2017): An Investigation into Big Data Analytics Applied to Insurance. SAS support.
- Phillips, C. E. (1943): *Alcaligenes (Brucella) Bronchisepticus*: as a factor in Porcine Pneumonias. In: *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science* 7 (2), S. 58–59.
- Plumb, D. C. (2002): *Veterinary drug handbook*. 4. ed. Ames, Iowa: Iowa State Press.
- Plumb, Donald C. (2015): *Plumb's veterinary drug handbook*. 8. ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014a): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Aminoglykosidantibiotika. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 302–306.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014b): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Fencicole. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 309–311.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014c): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Gyrasehemmer. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 327–330.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014d): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Lincosamide. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 316–317.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014e): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Makrolide. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 311–316.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014f): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Pleuromutilingruppe. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 320–321.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014g): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Spezieller Teil.  $\beta$ -Laktamantibiotika. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, 291-02.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014h): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Sulfonamide. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, 321-325.

- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014i): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Tetracycline. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 306–309.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014j): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Trimethoprim und Kombinationen von Sulfonamiden mit Trimethoprim. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 325–326.
- Potschka, H.; Richter, A.; Kroker, R. (2014k): Pharmaka zur Behandlung bakterieller Infektionen. Polypeptidantibiotika. In: W. Löscher, A. Richter und H. Potschka (Hg.): Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. 9., aktualisierte und erw. Aufl. Stuttgart: Enke, S. 318–319.
- QS (2016): Statusbericht QS-Antibiotikamonitoring, zuletzt geprüft am 17.04.2020.
- QS (2020): Kennzahlen: QS-Antibiotikamonitoring und staatliches Monitoring. Online verfügbar unter <https://www.q-s.de/qs-system/monitoringprogramme-antibiotikamonitoring.html>, zuletzt geprüft am 17.04.2020.
- QS Qualität und Sicherheit GmbH: Antibiotikamonitoring-Eine sichere Datengrundlage schaffen. Antibiotikaresistenzen aktiv vermeiden. Online verfügbar unter <https://www.q-s.de/qs-system/monitoringprogramme-antibiotikamonitoring.html>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- QS Qualität und Sicherheit GmbH (2018): Merkblatt Antibiotikamonitoring - Berechnung des Therapieindex, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- QS Qualität und Sicherheit GmbH (2019): QS-Antibiotikamonitoring: Erfassung von „Nullmeldungen“ ab sofort nur noch halbjährlich. Online verfügbar unter <https://www.q-s.de/news-pool-de/qs-antibiotikamonitoring-erfassung-nullmeldung.html>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- QS Qualität und Sicherheit GmbH (2020a): Informationen für Tierärzte. Online verfügbar unter [https://www.q-s.de/services/files/downloadcenter/6\\_weitere\\_unterlagen/monitoringprogramme/ah\\_abmon\\_info\\_ta\\_frei\\_01012020\\_d.pdf](https://www.q-s.de/services/files/downloadcenter/6_weitere_unterlagen/monitoringprogramme/ah_abmon_info_ta_frei_01012020_d.pdf), zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- QS Qualität und Sicherheit GmbH (2020b): Leitfaden Antibiotikamonitoring Schwein. Online verfügbar unter [https://www.q-s.de/services/files/downloadcenter/4\\_leitfaeden/monitoringprogramme/antibiotikamonitoring/lf\\_abmon\\_sw\\_frei\\_01012020\\_d.pdf](https://www.q-s.de/services/files/downloadcenter/4_leitfaeden/monitoringprogramme/antibiotikamonitoring/lf_abmon_sw_frei_01012020_d.pdf), zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- Ramirez, M. S.; Tolmasky, M. E. (2010): Aminoglycoside modifying enzymes. In: *Drug resistance updates : reviews and commentaries in antimicrobial and anticancer chemotherapy* 13 (6), S. 151–171. DOI: 10.1016/j.drug.2010.08.003.
- Ratschow, J.-P. (2004): Precision Livestock Farming für mehr Betriebserfolg. Bauförderung Landwirtschaft e.V. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- Register, K. B.; Brockmeier, S. L. (2019): Pasteurellosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker und Alejandro Ramirez (Hg.): *Diseases of swine*. Eleventh edition, S. 884–895.
- Reinhard, M.; Mertens, T.; Trautmann, M.; Zimmerli, W.; H.g. (2008): Klinische Infektiologie: Infektionskrankheiten erkennen und behandeln: Elsevier, Urban & Fischer Verlag. Online verfügbar unter <https://books.google.de/books?id=T7bTnHfELcgC&pg=PA115&dq=aminoglykosid&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwiUoZCb43nAhUOjqQKHVE4D-MQ6AEITTAf#v=onepage&q=aminoglykosid&f=false>, zuletzt geprüft am 18.01.2020.
- Richter, Angelika; Böttner, Alexander; Gossens, Luc; Hafez, Hafez Mohamed; Hartmann, Katrin; Kaske, Martin et al. (2006): Mögliche Gründe für das Versagen einer antibakteriellen Therapie in der tierärztlichen Praxis. In: *Der Praktische Tierarzt* 87 (8), S. 624–631. Online verfügbar unter [https://www.openagrar.de/receive/timport\\_mods\\_00021358](https://www.openagrar.de/receive/timport_mods_00021358).
- Rifkin, J. (2014): *The zero marginal cost society: The internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism*. St. Martin's Press.
- Riising, H. J.; van Empel, P.; Witvliet, M. (2002): Protection of piglets against atrophic rhinitis by vaccinating the sow with a vaccine against *Pasteurella multocida* and *Bordetella bronchiseptica*. In: *The Veterinary Record* 150 (18), S. 569–571. DOI: 10.1136/vr.150.18.569.
- Ritzmann, M.; Zimmermann, W.; Kamphues, J.; Kietzmann, M.; Rohde, J.; Weissenböck, H. et al. (2013): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Skelett- und Gliedmaßenkrankungen in Schweinebeständen. Glässersche Krankheit. In: Elisabeth Große



Beilage und Michael Wendt (Hg.): Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 389–391.

Rizzi, M. D.; Hirose, K. (2007): Aminoglycoside ototoxicity. In: *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery* 15 (5), S. 352–357.

Robertson, I. D.; Blackmore, D. K.; Hampson, D. J.; Fu, Z. F. (1991): A longitudinal study of natural infection of piglets with *Streptococcus suis* types 1 and 2. In: *Epidemiology and infection* 107 (1), S. 119–126. DOI: 10.1017/s0950268800048743.

Rohde, J.; Verspohl, J. (2004): Identifizierung von Virulenzmarkern bei *Escherichia coli* aus dem Darm vom Schwein im Rahmen der modernen mikrobiologischen Diagnostik. In: *Großtierpraxis* 5 (10), S. 22–25. Online verfügbar unter <https://www.yumpu.com/de/document/read/4940518/identifizierung-von-virulenzmarkern-bei-escherichia-coli-aus-dem->, zuletzt geprüft am 11.02.2020.

Rood, J. I.; Adams, V.; Lacey, J.; Lyras, D.; McClane, B. A.; Melville, S. B. et al. (2018): Expansion of the *Clostridium perfringens* toxin-based typing scheme. In: *Anaerobe* 53, S. 5–10. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2018.04.011.

Rosendal, S.; Boyd, D. A. (1982): *Haemophilus pleuropneumoniae* serotyping. In: *Journal of Clinical Microbiology* 16 (5), S. 840–843.

Rossi, M.; Gerber, A. U. (2002): Mikrobielle Resistenz gegenüber Antibiotika aus klinischer Sicht. Paradoxe Therapieversager und die Bedeutung der pharmakokinetisch-pharmakodynamischen Interaktionen in vivo. The clinical view of antibiotic resistance: Unexpected treatment failures and the impact of pharmacokinetic-pharmacodynamic interactions in vivo. In: *Therapeutische Umschau : TU* 59 (1), S. 11.

Salisbury, J. G.; Nicholls, T. J.; Lammerding, A. M.; Turnidge, J.; Nunn, M. J. (2002): A risk analysis framework for the long-term management of antibiotic resistance in food-producing animals. In: *International Journal of Antimicrobial Agents* 20, S. 153–164, zuletzt geprüft am 28.04.2020.

Sargeant, Jan M.; O'Connor, Annette M.; Winder, Charlotte B. (2019): Editorial: Systematic reviews reveal a need for more, better data to inform antimicrobial stewardship practices in animal agriculture. In: *Anim. Health. Res. Rev.* 20 (2), S. 103–105. DOI: 10.1017/S1466252319000240.

Sárközi, Rita; Makrai, László; Fodor, László (2015): Identification of a proposed new serovar of *Actinobacillus Pleuropneumoniae*: Serovar 16. In: *Acta veterinaria Hungarica* 63 (4), S. 444–450. DOI: 10.1556/004.2015.041.

Sato, Hisaaki; Tanabe, Taishi; Kuramoto, Masahiko; Tanaka, Keiko; Hashimoto, Takashi; Saito, Hiroshi (1991): Isolation of exfoliative toxin from *Staphylococcus hyicus* subsp. *hyicus* and its exfoliative activity in the piglet. In: *Veterinary Microbiology* 27 (3-4), S. 263–275. DOI: 10.1016/0378-1135(91)90153-7.

Schwarz, S.; Böttner, A.; Hafez, H. M.; Kehrenberg, C.; Kietzmann, M.; Klarmann, D. et al. (2003a): Empfindlichkeitsprüfung bakterieller Infektionserreger von Tieren gegenüber antibakteriellen Wirkstoffen: Methoden zur in-vitro Empfindlichkeitsprüfung und deren Eignung in Hinblick auf die Erarbeitung therapeutisch nutzbarer Ergebnisse. In: *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* (116, 9-10), S. 353–361.

Schwarz, S.; Fessler, A. T.; Kaspar, H.; Werckenthin, C.; Wallmann, J. (2014): Empfindlichkeitsprüfung von Bakterien im diagnostischen Labor. In: *Der Praktische Tierarzt* 95 (5), S. 18–22. Online verfügbar unter [https://www.openagrar.de/receive/openagrar\\_mods\\_00013044](https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00013044).

Schwarz, S.; Silley, P.; Simjee, S.; Woodford, N.; van Duijkeren, E.; Johnson, A. P.; Gaastra, W. (2010): Editorial: Assessing the antimicrobial susceptibility of bacteria obtained from animals. In: *Veterinary Microbiology* 141 (1-2), S. 1–4.

Schwarz, Stefan; Böttner, Alexander; Hafez, Hafez Mohamed; Kehrenberg, Corinna; Kietzmann, Manfred; Klarmann, Dieter et al. (2003b): Empfindlichkeitsprüfung bakterieller Infektionserreger von Tieren gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen: Methoden zur in-vitro Empfindlichkeitsprüfung und deren Eignung in Hinblick auf die Erarbeitung therapeutisch nutzbarer Ergebnisse. In: *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift* 116 (9-10), S. 353–361. Online verfügbar unter [https://www.openagrar.de/receive/timport\\_mods\\_00021296](https://www.openagrar.de/receive/timport_mods_00021296).

Segura, Mariela; Calzas, Cynthia; Grenier, Daniel; Gottschalk, Marcelo (2016): Initial steps of the pathogenesis of the infection caused by *Streptococcus suis*: fighting against nonspecific defenses. In: *FEBS letters* 590 (21), S. 3772–3799. DOI: 10.1002/1873-3468.12364.

- Selander, R. K., Caugant, D. A. & Whittam, T. S. (1987): Genetic structure and variation in natural populations of *Escherichia coli*. In: F. C. Neidhardt, J. L. Ingraham (Hg.): *Escherichia coli and salmonella typhimurium : cellular and molecular biology*, S. 1625–1648.
- Shin, Sung Jae; Kang, Sang Gyun; Nabin, Rayamajhi; Kang, Mi Lan; Yoo, Han Sang (2005): Evaluation of the antimicrobial activity of florfenicol against bacteria isolated from bovine and porcine respiratory disease. In: *Veterinary Microbiology* 106 (1-2), S. 73–77. DOI: 10.1016/j.vetmic.2004.11.015.
- Shpigel, N. Y.; Levin, D.; Winkler, M.; Saran, A.; Ziv, G.; Böttner, A. (1997): Efficacy of Cefquinome for Treatment of Cows with Mastitis Experimentally Induced Using *Escherichia coli*. In: *Journal of Dairy Science* 80 (2), S. 318–323. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75941-1.
- Sidler, X.; Grummer, B.; Kamphues, J.; Kietzmann, M.; Rohde, J.; Weissenböck, H. et al. (2013): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems in Schweinebeständen. Streptokokkenmeningitis. In: Elisabeth Große Beilage und Michael Wendt (Hg.): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand*. Band 1. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 412–416.
- Songer, J. G.; Uzal, F. A. (2005): Clostridial enteric infections in pigs. In: *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc* 17 (6), S. 528–536. DOI: 10.1177/104063870501700602.
- Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH (Hg.) (1999): *Lexikon der Biologie. DNA-Topoisomerasen*. Heidelberg. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/dna-topoisomerasen/18870>, zuletzt geprüft am 22.07.2020.
- Spoor, J.W.; Riviere, J. E. (1995): Chloramphenicol, Macrolides, Lincosamides, Fluoroquinolones and miscellaneous Antibiotics. In: H. R. Adams (Hg.): *Veterinary pharmacology and therapeutics*. 7th ed. Ames: Iowa State University Press.
- Stahlmann, R.; Lode, H. (2005a): Antibiotika und Chemotherapeutika - antiinfektiöse Therapie. In: K. Aktories, W. Forth und U. Förstermann (Hg.): *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. Für Studenten der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Chemie und Biologie sowie für Ärzte, Tierärzte und Apotheker*. 9., völlig überarb. Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer, S. 784–902.
- Stahlmann, R.; Lode, H. (2005b): Antibiotika und Chemotherapeutika - antiinfektiöse Therapie. In: K. Aktories (Hg.): *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. Für Studenten der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Chemie und Biologie sowie für Ärzte, Tierärzte und Apotheker ; mit 303 Tabellen*. 9., völlig überarb. Aufl. München, Jena: Elsevier, Urban und Fischer, S. 784–902.
- Stiftung Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland (2016): *Entwicklung des Antibiotikaverbrauchs in der ambulanten vertragsärztlichen Versorgung*.
- Suerbaum, Sebastian; Hahn, Helmut; Burchard, Gerd Dieter; Kaufmann, Stefan H. E.; Schulz, Thomas F. (Hg.) (2012): *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie*. 7., überarbeitete Auflage. Berlin: Springer.
- Sunding, D.; Zilberman, D. (2001): The agricultural innovation process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. 1. Aufl. In: *Handbook of agricultural economics*, S. 207–261.
- SWITZER, W. P. (1956): Studies on infectious atrophic rhinitis. V. Concept that several agents may cause turbinate atrophy. In: *American journal of veterinary research* 17 (64), S. 478–484.
- Tennant, B. (Hg.) (1999): *Small animal formulary*. British Small Animal Veterinary Association. 3. ed. Shurdington: BSAVA, zuletzt geprüft am 19.01.2020.
- The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products (2002): *Committee for Veterinary Medicinal Products. Colistin. Summary Report (2)*.
- Theoret, James R.; McClane, Bruce A. (2016): Toxins of *Clostridium perfringens*. In: Francisco Alejandro Uzal, Joseph Glenn Songer, John Francis Prescott und Michel R. Popoff (Hg.): *Clostridial diseases of animals*. Ames, Iowa: Wiley Blackwell, S. 45–60. Online verfügbar unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118728291.ch5>.
- TiHo Hannover (2017a): *RESET - ESBL and (fluoro)quinolone RESistance in Enterobacteriaceae. Wesentliche Ergebnisse und Erkenntnisse aus einem kooperativen Forschungsverbund im Spannungsfeld von Human- und Tiermedizin, Epidemiologie und Mikrobiologie*. Online verfügbar unter [http://www.reset-verbund.de/documents/RESET\\_ergebnisse\\_2017-04-18.pdf](http://www.reset-verbund.de/documents/RESET_ergebnisse_2017-04-18.pdf), zuletzt geprüft am 15.01.2020.

- TiHo Hannover (2017b): Wissenschaftliches Gesamtkonzept. Online verfügbar unter <http://www.reset-verbund.de/konzept.htm>, zuletzt aktualisiert am 2017, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- TiHo Hannover (2018): Resistenzen bei Tier und Mensch- gemeinsame Forschung in Deutschland. Der Forschungsverbund. Online verfügbar unter <http://www.reset-verbund.de/>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- TiHo Hannover & BfR (2014a): VetCAB-Pilot. Online verfügbar unter <https://ibei.tiho-hannover.de/vetcab/pages/3>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- TiHo Hannover & BfR (2014b): VetCAB-Sentinel. Online verfügbar unter <https://ibei.tiho-hannover.de/vetcab/pages/4>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- TiHo Hannover & BfR (2014c): Was ist VetCAB? – Das Projekt stellt sich vor. Online verfügbar unter <https://ibei.tiho-hannover.de/vetcab/pages/2>, zuletzt geprüft am 15.01.2020.
- Trolldenier, H. (1977): Antibiotika in der Veterinärmedizin. 1. Aufl. Jena: VEB Fischer Verlag.
- Tuon, F. F.; Gasparetto, J.; Wollmann, L.-C.; Proenca de Moraes, T. (2017): Mobile health application to assist doctors in antibiotic prescription – an approach for antibiotic stewardship. In: *Braz j infect dis* 21 (6), S. 660–664.
- Ujvári, B.; Szeredi, L.; Pertl, L.; Tóth, G.; Erdélyi, K.; Jánosi, S. et al. (2015): First detection of *Pasteurella multocida* type B:2 in Hungary associated with systemic pasteurellosis in backyard pigs. In: *Acta veterinaria Hungarica* 63 (2), S. 141–156. DOI: 10.1556/AVet.2015.012.
- Uzal, F. A.; Songer, J. G. (2019): Clostridial Diseases. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karkiker und Alejandro Ramirez (Hg.): Diseases of swine. Eleventh edition, S. 792–804.
- Uzal, Francisco A.; Plattner, Brandon L.; Hostetter, Jesse M. (2016a): Alimentary System. In: Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals: Volume 2: Elsevier, 1-257.e2.
- Uzal, Francisco A.; Songer, J. Glenn; Prescott, John F.; Popoff, Michel R. (Hg.) (2016b): Clostridial Diseases of Animals. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Uzal, Francisco Alejandro; Songer, Joseph Glenn; Prescott, John Francis; Popoff, Michel R. (Hg.) (2016c): Clostridial diseases of animals. Ames, Iowa: Wiley Blackwell.
- Vahle, J. L.; Haynes, J. S.; Andrews, J. J. (1995): Experimental reproduction of *Haemophilus parasuis* infection in swine: clinical, bacteriological, and morphologic findings. In: *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc* 7 (4), S. 476–480. DOI: 10.1177/104063879500700409.
- van Rennings, Lisa; von Münchhausen. Christiane; Honscha, Walther; Ottilie, Henry; Käsbohrer, Annamarie; Kreienbrock, Lothar (2013): Repräsentative Verbrauchsmengenerfassung von Antibiotika in der Nutztierhaltung - Kurzbericht über die Ergebnisse der Studie "VetCAB-Pilot". Fachinformation (Stand: 9. Juli 2013).
- Vander Stichele, R. H.; Elseviers, M. M.; Ferech, M.; Blot, S.; Goossens, H. (2006): Hospital consumption of antibiotics in 15 European countries: results of the ESAC Retrospective Data Collection (1997-2002). In: *The Journal of antimicrobial chemotherapy* 58 (1), S. 159–167. DOI: 10.1093/jac/dkl147.
- Vetsuisse-Fakultät; Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte (2019): Umsichtiger Einsatz von Antibiotika bei Rindern, Schweinen und kleinen Wiederkäuern. Therapieleitfaden für Tierärztinnen und Tierärzte.
- Vieira, V. V.; Teixeira, L. M.; Zahner, V.; Momen, H.; Facklam, R. R.; Steigerwalt, A. G. et al. (1998): Genetic relationships among the different phenotypes of *Streptococcus dysgalactiae* strains. In: *International Journal of Systematic Bacteriology* 48, S. 1231–1243, zuletzt geprüft am 08.06.2020.
- Vigre, H.; Ersbøll, A. K.; Sørensen, V. (2003): Decay of acquired colostral antibodies to *Actinobacillus pleuropneumoniae* in pigs. In: *Journal of veterinary medicine. B, Infectious diseases and veterinary public health* 50 (9), S. 430–435. DOI: 10.1046/j.0931-1793.2003.00700.x.
- Vollmer, Waldemar (2015): Molecular Medical Microbiology: Chapter 6-Peptidoglycan: Elsevier. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123971692000068>, zuletzt geprüft am 18.01.2020.
- Wallmann, J.; Bode, C.; Heberer, T. (2019a): Abgabemengenerfassung von Antibiotika in Deutschland 2018. Auswertung der nach DIMDI-AMV übermittelten Daten 2018 und Vergleich mit den Daten aus den Vorjahren. In: *Deutsches Tierärzteblatt* 67 (8), 1082-1090, zuletzt geprüft am 14.04.2020.

- Wallmann, J.; Böttner, A.; Goossens, L.; Hafez, H. M.; Hartmann, K. Kaspar, H.; Kehrenberg, C. et al. (2006): Results of an interlaboratory test on antimicrobial susceptibility testing of bacteria from animals by broth microdilution. In: *International Journal of Antimicrobial Agents* 27 (6), S. 482–490. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2005.12.011.
- Wallmann, J.; Hauck, R.; Kaspar, H. (2014a): Möglichkeiten der Optimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierpraxis. In: *Der Praktische Tierarzt* 95 (Supplemente 5), S. 30–35, zuletzt geprüft am 29.04.2020.
- Wallmann, J.; Hauck, R.; Kaspar, H. (2014b): Möglichkeiten der Optimierung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierpraxis. In: *Der Praktische Tierarzt* 95 (Supplemente 5), S. 30–35.
- Wallmann, Jürgen; Bode, Christoph; Heberer, Thomas (2019b): Abgabemengenerfassung von Antibiotika in Deutschland 2018. Auswertung der nach DIMDI-AMV übermittelten Daten 2018 und Vergleich mit Daten aus den Vorjahren. In: *Deutsches Tierärzteblatt* 67 (8). Online verfügbar unter <https://www.bundestieraerztekammer.de/btk/dtbl/archiv/artikel/8/2019/abgabemengenerfassung-von-antibiotika-in-deutschland-2018??pid=1055>, zuletzt geprüft am 17.01.2020.
- Wallmann, Jürgen; Schröter, Kathrin; Wieler, Lothar H.; Kroker, Reinhard (2003): National antibiotic resistance monitoring in veterinary pathogens from sick food-producing animals: the German programme and results from the 2001 pilot study. In: *International Journal of Antimicrobial Agents* 22 (4), S. 420–428.
- Wegener, H. C.; Andresen, L. O.; Bille-Hansen, V. (1993): Staphylococcus hyicus virulence in relation to exudative epidermitis in pigs. In: *Canadian Journal of Veterinary Research* 57 (2), S. 119–125.
- Weinstein, D. L.; Jackson, M. P.; Samuel, J. E.; Holmes, R. K.; O'Brien, A. D. (1988): Cloning and Sequencing of a Shiga-Like Toxin Type II Variant from an Escherichia coli Strain Responsible for Edema Disease of Swine. In: *Journal of Bacteriology* 170 (9), S. 4223–4230, zuletzt geprüft am 04.06.2020.
- Wendt, M.; Epe, C.; Grummer, B.; Kamphues, J.; Kietzmann, M.; Rohde, J.; Weissenböck, H. (2013a): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Erkrankungen des Verdauungstraktes in Schweinebeständen. Escherichia-coli-Infektionen. In: Elisabeth Große Beilage und Michael Wendt (Hg.): Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 292–301.
- Wendt, M.; Epe, C.; Grummer, B.; Kamphues, J.; Kietzmann, M.; Rohde, J.; Weissenböck, H. (2013b): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Erkrankungen des Verdauungstraktes in Schweinebeständen. Nekrotisierende Enteritis der Saugferkel (Clostridium perfringens Typ C). In: Elisabeth Große Beilage und Michael Wendt (Hg.): Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand. Band 1. Stuttgart: UTB GmbH (utb-studi-e-book, 8502), S. 301–304.
- WHO (2017): WHO Model List of Essential Medicines. 20th List. Online verfügbar unter <https://www.who.int/medicines/publications/essentialmedicines/en/>, zuletzt geprüft am 14.04.2020.
- WHO (2019): Model List of Essential Medicines. 21st List. Online verfügbar unter <https://www.who.int/medicines/publications/essentialmedicines/en/>, zuletzt geprüft am 14.04.2020.
- WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology (2019a): ATCvet Index. Norwegian Institute of Public Health. Online verfügbar unter [https://www.whocc.no/atcvet/atcvet\\_index/](https://www.whocc.no/atcvet/atcvet_index/), zuletzt geprüft am 17.06.2020.
- WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology (2019b): ATCvet Index. Norwegian Institute of Public Health. Oslo, Norway. Online verfügbar unter [https://www.whocc.no/atcvet/atcvet\\_index/?code=QJ01DD](https://www.whocc.no/atcvet/atcvet_index/?code=QJ01DD), zuletzt aktualisiert am 19.12.2019, zuletzt geprüft am 29.06.2020.
- WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology (2019c): ATCvet Index. Norwegian Institute of Public Health. Oslo, Norway, zuletzt aktualisiert am 19.12.2019, zuletzt geprüft am 29.06.2020.
- Wiedemann, B. (1992): Bestimmung der Wirksamkeit von Chemotherapeutika. In: F. Burkhardt (Hg.): Mikrobiologische Diagnostik: Thieme, S. 714–733.
- Williams, P. D.; Laska, D. A.; Tay, L. K.; Hottendorf, G. H. (1988): Comparative toxicities of cephalosporin antibiotics in a rabbit kidney cell line (LLC-RK1). In: *Antimicrobial agents and chemotherapy* 32 (3), S. 314–318. DOI: 10.1128/aac.32.3.314.
- Wolfert, S.; Ge, L.; Verdouw, C.; Bogaardt, M. J. (2017): Big Data in Smart Farming—A review. In: *Agricultural Systems* 153, S. 69–80.

Yancey, R. J.; Kinney, M. L.; Roberts, B. J.; Goodenough, K. R.; Hamel, J. C.; Ford, C. W. (1987): Ceftiofur sodium, a broad-spectrum cephalosporin: evaluation in vitro and in vivo in mice. In: *American journal of veterinary research* 48 (7), S. 1050–1053. Online verfügbar unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3631686/>.

Yonkers, T. D.; Sturm, R. R.; Thomas, R. W. (1979): Comparative efficacy of injectable lincomycin and injectable tylosin in treatment of mycoplasmosis in neonatal and growing swine. In: *Veterinary medicine, small animal clinician : VM, SAC* 74 (9), S. 1324–1328.

Ziv, G. (1981): Clinical pharmacology of polymyxins. In: *Journal of the American Veterinary Medical Association* 179 (7), S. 711–713.

Ziv, G.; WANNER, M.; Nicolet, J. (1980): Clinical pharmacology of polymyxin B, colistin and colistimethate in young dairy calves. In: *J Vet Pharmacol Ther* 3 (2), S. 87–94. DOI: 10.1111/j.1365-2885.1980.tb00412.x.

## Anhang A – Fragebogen vor Einführung der App “MyTool” im April 2019

### Befragung zum Ausfüllen des Untersuchungsauftrags „Schwein“

1. Wie viele Betriebe werden von Ihnen betreut? \_\_\_\_\_ (Schätzung Anzahl)

2. Zu welchen Teilen betreuen Sie folgende Haltungsabschnitte (Schätzung):

Sauenhaltung zu \_\_\_\_\_ %

Ferkelaufzucht zu \_\_\_\_\_ %

Mast zu \_\_\_\_\_ %

Jungsauenvermehrung zu \_\_\_\_\_ %

3. Wie oft füllen Sie Untersuchungsaufträge schätzungsweise aus?

\_\_\_\_\_ (z.B. 2-mal pro Woche)

4. Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?

- Ankreuzbogen ohne Freitext
- Ankreuzbogen mit optionalen Freitextfeldern
- Bogen mit nur Freitextfeldern

5. Für wie logisch halten Sie den strukturellen Aufbau der momentanen Untersuchungsaufträge?

1 (sehr unlogisch)	2	3	4	5 (sehr logisch)

6. Wie schnell empfinden Sie es, dass der momentane Untersuchungsauftrag ausgefüllt werden kann?

1 (sehr langsam)	2	3	4	5 (sehr schnell)

7. Inwiefern hilft das Layout zur Unterstützung der inhaltlichen Abfragen im aktuellen Untersuchungsauftrag?

1 (sehr hinderlich)	2	3	4	5 (sehr hilfreich)

8. Wie praktikabel ist für Sie das Ausfüllen der aktuellen Untersuchungsaufträge?

1 (sehr unpraktisch)	2	3	4	5 (sehr praktisch)

9. Wie bewerten Sie den äußeren Umfang der aktuellen Untersuchungsaufträge?

1 (sehr umfangreich)	2	3	4	5 (sehr dünn)

10. Wie bewerten Sie die Anzahl der Abfragen in den aktuellen Untersuchungsaufträgen?

1 (zu viele Abfragen)	2	3	4	5 (zu wenige Abfragen)

11. Wie übersichtlich ist für Sie der aktuelle Untersuchungsauftrag?

1 (sehr unübersichtlich)	2	3	4	5 (sehr übersichtlich)

12. Wie häufig nutzen Sie die Freitextoption bei den derzeitigen Untersuchungsaufträgen?

1 (in keinem Untersuchungsauftrag)	2	3	4	5 (in jedem Untersuchungsauftrag)

13. Wie viel Zeit benötigen Sie schätzungsweise beim Ausfüllen des Untersuchungsauftrages?

\_\_\_\_\_ (Zeitangabe, z.B. 10 min.)

14. Wo füllen Sie überwiegend den Untersuchungsauftrag aus?

- Betrieb
- Auto
- Praxis
- Labor
- Zu Hause
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

15. Auf welche Weise füllen Sie die Untersuchungsaufträge hauptsächlich aus?

- Ausfüllen mit einem Stift auf dem ausgedruckten Untersuchungsbericht
- Ausfüllen des Untersuchungsberichts am Computer

16. Wie viel Zeit liegt im Durchschnitt zwischen der Probennahme und dem Ausfüllen des zugehörigen Untersuchungsauftrags?
- < 1h nach der Probennahme
  - 1-3h nach der Probennahme
  - ≥ 3h nach der Probennahme
17. Wann ordnen Sie überwiegend endgültig die Probe dem entsprechenden Untersuchungsauftrag zu?
- Während des Ausfüllens des Untersuchungsauftrages
  - Nachdem Sie den Untersuchungsauftrag für die entsprechende Probe ausgefüllt haben
18. Wie erkennen Sie, welcher Untersuchungsauftrag zu einer bestimmten Probe gehört?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
19. Wann geben Sie durchschnittlich die jeweilige Probe im Labor ab?
- Direkt im Anschluss an die Probennahme
  - Am selben Tag der Probennahme
  - ≥ 1 Tag nach der Probennahme
20. Wie oft hat das Labor schätzungsweise bei Ihren letzten 10 Untersuchungsaufträgen mit Ihnen Rücksprache gehalten, nachdem Sie die Probe mit dem jeweiligen Untersuchungsauftrag im Labor abgegeben haben?
- 0
  - 1-2
  - 3-4
  - 5-6
  - 7-8
  - 9-10
21. Aus welchen Gründen hält das Labor hauptsächlich mit Ihnen Rücksprache, nachdem Sie die Probe mit dem jeweiligen Untersuchungsauftrag im Labor abgegeben haben? (Mehrfachantworten möglich)
- unvollständige Angaben zu dem einsendenden Tierarzt/in oder den Tierbesitzer/in
  - unvollständige Angaben zu den Betriebsdaten
  - unvollständige Angaben zu dem Gesundheitsstatus
  - unvollständige Angaben zur Probennahme
  - unvollständige Angaben zum Vorbericht und zur Verdachtsdiagnose
  - unvollständige Angaben zur Art der gewünschten Untersuchung
  - Sonstiges: \_\_\_\_\_
22. Wie ordnen Sie derzeit die Laborbefunde Ihren bisher erhobenen Daten bezüglich der Untersuchungen der zu behandelnden Tiere zu?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_



23. Für wie sinnvoll halten Sie die derzeitige Zuordnung der Laborbefunde zu Ihren bisher erhobenen Daten bezüglich der Untersuchungen der zu behandelnden Tiere?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

24. Für wie sinnvoll halten Sie eine digitale Form der Untersuchungsaufträge, beispielsweise in Form einer App?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

25. Für wie sinnvoll halten Sie eine digitale Form der Untersuchungsaufträge, beispielsweise in Form einer App mit automatischer Auswertung bzw. Anzeige der Laborbefunde?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

26. Welche Erleichterungen bezüglich des Ausfüllens der Untersuchungsaufträge wünschen Sie sich für die Zukunft?

---



---



---

27. Für wie sinnvoll halten Sie das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

28. Welche Angaben sind Ihrer Meinung nach wichtig für eine Laboruntersuchung? (Mehrfachantworten möglich)

- Altersklasse
- Symptome
- Ätiologische Verdachtsdiagnose
- Antibiotische Vorbehandlung
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

29. Wie wichtig sind für Sie die Befunde aus dem Labor und die Ergebnisse der Empfindlichkeitsbestimmungen für Ihre weitere Behandlung?

1 (überhaupt nicht wichtig)	2	3	4	5 (sehr wichtig)

30. Nach welchen Kriterien wählen Sie hauptsächlich das Antibiotikum für Ihre Erstverschreibung/Erstanwendung aus? (Mehrfachantworten möglich)

- Wegen ihrer persönlichen Erfahrung, welches Antibiotika bei ihrer entsprechenden Verdachtsdiagnose wirkt
- Wegen den Wünschen des Landwirts, mit welchem Antibiotika er die Tiere behandeln möchte
- Wegen den Ergebnissen vorheriger Antibiogramme, um zu sehen, welches Antibiotika bei ihrer Verdachtsdiagnose in vorherigen Untersuchungen als sensibel getestet wurde
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

31. Aus welchen Gründen wechseln Sie das Antibiotikum Ihrer Erstverschreibung/Erstanwendung? (Mehrfachantworten möglich)

- Aufgrund der bestehenden Erkrankung der Tiere
- Aufgrund der Ergebnisse des Resistenztests, bei dem der entsprechende Wirkstoff ihrer Erstverschreibung/Erstanwendung als resistent getestet wurde
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

32. Aus welchen Gründen veranlassen Sie hauptsächlich eine Empfindlichkeitsbestimmung im Labor? (Mehrfachantworten)

- Weil es laut Gesetz vorgeschrieben ist
- Aufgrund der besonders schwerwiegenden Symptomatik bei den zu behandelnden Tieren
- Aufgrund einiger spezieller Verdachtsdiagnosen
- Weil die Anwendung des erstverschriebenen Antibiotikums zu keiner Besserung geführt hat
- Weil Sie die Ergebnisse des Antibiogramms für Ihre weitere Behandlung berücksichtigen/benötigen
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

33. Aus welchen Gründen veranlassen Sie hauptsächlich keine Empfindlichkeitsbestimmung im Labor? (Mehrfachantworten)

- Schwierigkeiten bei der Probennahme
- Schwierigkeiten bei der Interpretation der Ergebnisse der Empfindlichkeitsbestimmung
- Das Antibiogramm ist zu teuer für den Landwirt
- Es dauert zu lange, bis Ihnen die Ergebnisse des Resistenztests zur Verfügung stehen
- Die Ergebnisse helfen Ihnen nicht bei Ihrer weiteren Behandlung
- Die Wirkstoffe, die im Labor getestet werden entsprechen nicht den Wirkstoffen, mit welchen Sie die Tiere behandeln
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

## Anhang B – Fragebogen nach Einführung der App „MyTool“ im August 2020

1. Wie viele Betriebe werden von Ihnen betreut?  
\_\_\_\_\_ (Schätzung Anzahl)
2. Wie oft füllen Sie Untersuchungsaufträge schätzungsweise aus?  
\_\_\_\_\_ (z.B. 2-mal pro Woche)
3. Welche Art der Untersuchungsaufträge ist für Sie angenehmer/leichter auszufüllen?
  - Ankreuzbogen ohne Freitext
  - Ankreuzbogen mit optionalen Freitextfeldern
  - Bogen mit nur Freitextfeldern
  - Digitale Erfassung in der Anwendungssoftware „MyLabTool“

4. Für wie logisch halten Sie den strukturellen Aufbau der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (sehr unlogisch)	2	3	4	5 (sehr logisch)

5. Wie schnell empfinden Sie es, dass der Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ ausgefüllt werden kann?

1 (sehr langsam)	2	3	4	5 (sehr schnell)

6. Inwiefern hilft das Layout zur Unterstützung der inhaltlichen Abfragen der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (sehr hinderlich)	2	3	4	5 (sehr hilfreich)

7. Wie praktikabel ist für Sie das Ausfüllen der Untersuchungsaufträge in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (sehr unpraktisch)	2	3	4	5 (sehr praktisch)

8. Wie bewerten Sie die Anzahl der Abfragen in den Untersuchungsaufträgen in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (zu viele Abfragen)	2	3	4	5 (zu wenige Abfragen)

9. Wie übersichtlich ist für Sie der auszufüllende Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (sehr unübersichtlich)	2	3	4	5 (sehr übersichtlich)

10. Wie häufig nutzten Sie schätzungsweise bei Ihren letzten 10 Untersuchungsaufträgen die Anwendungssoftware „MyLabTool“, um Aufträge an das Labor zu übermitteln?

- 0
- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7-8
- 9-10

11. Auf welche Weise werden die Untersuchungsaufträge hauptsächlich ausgefüllt?

- Ausgeruckt in Papierform mit Stift
- In der Anwendungssoftware „MyLabTool“

12. Wer füllt hauptsächlich den Untersuchungsauftrag aus?

- Sie selbst
- Tierarzthelfer(-in)

13. Wie viel Zeit wird schätzungsweise beim Ausfüllen des Untersuchungsauftrages in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ verwendet?

\_\_\_\_\_ (Zeitangabe, z.B. 10 min.)

14. Wo füllen Sie überwiegend den Untersuchungsauftrag in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ aus?

- Betrieb
- Auto
- Praxis
- Labor
- Zu Hause
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

15. Wie viel Zeit liegt im Durchschnitt zwischen der Probennahme und dem Ausfüllen des zugehörigen digitalen Untersuchungsauftrags?

- < 1h nach der Probennahme
- 1-3h nach der Probennahme
- ≥ 3h nach der Probennahme

16. Wann geben Sie durchschnittlich die jeweilige Probe nach Ausfüllen des digitalen Untersuchungsauftrags im Labor ab?

- Direkt im Anschluss an die Probennahme
- Am selben Tag der Probennahme
- ≥ 1 Tag nach der Probennahme

17. Für wie sinnvoll halten Sie die Zuordnung der Probe mit Hilfe eines Barcodes zu den Untersuchungsaufträgen in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

18. Wie oft hat das Labor schätzungsweise bei Ihren letzten 10 digitalen Untersuchungsaufträgen in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ mit Ihnen Rücksprache gehalten, nachdem Sie die Probe mit dem jeweiligen Untersuchungsauftrag im Labor abgegeben haben?

- 0
- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7-8
- 9-10

19. Aus welchen Gründen hält das Labor hauptsächlich mit Ihnen Rücksprache, nachdem Sie die Probe zu dem zugehörigen digitalen Untersuchungsauftrag im Labor abgegeben haben? (Mehrfachantworten möglich)

- unvollständige Angaben zu dem einsendenden Tierarzt/in oder den Tierbesitzer/in
- unvollständige Angaben zu den Betriebsdaten
- unvollständige Angaben zu dem Gesundheitsstatus
- unvollständige Angaben zur Probennahme
- unvollständige Angaben zum Vorbericht und zur Verdachtsdiagnose
- unvollständige Angaben zur Art der gewünschten Untersuchung
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

20. Wie ordnen Sie derzeit die digitalen Laborbefunde Ihren bisher erhobenen Daten bezüglich der Untersuchungen der zu behandelnden Tiere zu?

---



---

21. Für wie sinnvoll halten Sie die digitale Form der **Untersuchungsaufträge** in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

22. Für wie sinnvoll halten Sie die derzeitige digitale Form der **Laborbefunde** in der Anwendungssoftware „MyLabTool“?

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

23. Für wie sinnvoll halten Sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische **betriebsindividuelle Analyse der vorkommenden Bakterien**? (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der Häufigkeiten von bestimmten bakteriellen Erregern bei spezifischen Symptomen oder Altersklassen)

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

24. Für wie sinnvoll halten Sie die Erweiterung der digitalen Laborbefunde in der Anwendungssoftware „MyLabTool“ im Hinblick auf eine automatische **betriebsindividuelle Analyse der Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen**? (z.B. betriebsindividuelle Darstellung der *in-vitro* Resistenzgrade bei spezifischen Bakterien)

1 (überhaupt nicht sinnvoll)	2	3	4	5 (sehr sinnvoll)

25. Wie wichtig ist für Sie der **Laborbefund** nach einer bakteriologischen Untersuchung **für Ihre weitere Behandlung**?

1 (überhaupt nicht wichtig)	2	3	4	5 (sehr wichtig)

26. Wie wichtig sind für Sie die **Ergebnisse aus *in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen für Ihre weitere Behandlung**?

1 (überhaupt nicht wichtig)	2	3	4	5 (sehr wichtig)

27. Wie oft gab es schätzungsweise bei Ihren letzten 10 Ergebnissen aus ***in-vitro* Empfindlichkeitsbestimmungen** eine **Übereinstimmung** mit Ihren „***in-vivo* Ergebnissen**“?

- 10-9
- 8-7
- 6-5
- 4-3
- 2-1
- 0

28. Nach welchen Kriterien wählen Sie hauptsächlich das **Antibiotikum für Ihre Erstverschreibung/Erstanwendung** aus? (Mehrfachantworten möglich)

- Wegen ihrer persönlichen Erfahrung, welches Antibiotika bei ihrer entsprechenden Verdachtsdiagnose wirkt
- Wegen den Wünschen des Landwirts, mit welchem Antibiotika er die Tiere behandeln möchte
- Wegen den Ergebnissen vorheriger Antibiogramme, um zu sehen, welches Antibiotika bei ihrer Verdachtsdiagnose in vorherigen Untersuchungen als sensibel getestet wurde
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

29. Aus welchen Gründen **wechseln Sie das Antibiotikum** Ihrer Erstverschreibung/Erstanwendung? (Mehrfachantworten möglich)

- Aufgrund der bestehenden Erkrankung der Tiere
- Aufgrund der Ergebnisse des Resistenztests, bei dem der entsprechende Wirkstoff ihrer Erstverschreibung/Erstanwendung als resistent getestet wurde
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

30. Aus welchen Gründen veranlassen Sie hauptsächlich **eine Empfindlichkeitsbestimmung** im Labor? (Mehrfachantworten)

- Weil es laut Gesetz vorgeschrieben ist
- Aufgrund der besonders schwerwiegenden Symptomatik bei den zu behandelnden Tieren
- Aufgrund einiger spezieller Verdachtsdiagnosen
- Weil die Anwendung des erstverschriebenen Antibiotikums zu keiner Besserung geführt hat
- Weil Sie die Ergebnisse des Antibiogramms für Ihre weitere Behandlung berücksichtigen/benötigen
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

31. Aus welchen Gründen veranlassen Sie hauptsächlich **keine Empfindlichkeitsbestimmung** im Labor? (Mehrfachantworten)

- Schwierigkeiten bei der Probennahme
- Schwierigkeiten bei der Interpretation der Ergebnisse der Empfindlichkeitsbestimmung
- Das Antibiogramm ist zu teuer für den Landwirt
- Es dauert zu lange, bis Ihnen die Ergebnisse des Resistenztests zur Verfügung stehen
- Die Ergebnisse helfen Ihnen nicht bei Ihrer weiteren Behandlung
- Die Wirkstoffe, die im Labor getestet werden entsprechen nicht den Wirkstoffen, mit welchen Sie die Tiere behandeln
- Sonstiges: \_\_\_\_\_