

Verabreichung von Antibiotika in Geflügelbeständen

A. Richter¹; H. M. Hafez²; A. Böttner³; A. Gangl⁴; K. Hartmann⁵; M. Kaske⁶; C. Kehrenberg⁷; M. Kietzmann⁸; D. Klarmann⁹; G. Klein⁷; G. Luhofer¹⁰; B. Schulz⁵; S. Schwarz¹¹; C. Sigge¹²; K.-H. Waldmann¹³; J. Wallmann¹⁴; C. Werckenthin¹⁵ (Arbeitsgruppe „Antibiotikaresistenz“ der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V.)

¹Institut für Pharmakologie und Toxikologie, Freie Universität Berlin; ²Institut für Geflügelkrankheiten, Freie Universität Berlin; ³Intervet Innovation GmbH, Schwabenheim; ⁴Tiergesundheitsdienst Bayern e. V. Poing; ⁵Medizinische Kleintierklinik, Ludwig-Maximilians-Universität München; ⁶Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover; ⁷Institut für Lebensmittelqualität und -sicherheit, Tierärztliche Hochschule Hannover; ⁸Institut für Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie, Tierärztliche Hochschule Hannover; ⁹Veterinärinstitut Oldenburg; ¹⁰Institut für Lebensmittel tierischer Herkunft, Landesuntersuchungsamt Rheinland-Pfalz, Koblenz; ¹¹Institut für Nutztiergenetik, Friedrich-Loeffler-Institut, Neustadt-Mariensee; ¹²Bundesverband für Tiergesundheit, Bonn; ¹³Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin; ¹⁴Klinik für kleine Klauentiere, Tierärztliche Hochschule Hannover; ¹⁵Institut für Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München

Schlüsselwörter

Bakterielle Erkrankungen, Geflügel, Pharmakotherapie

Zusammenfassung

Aus Gründen der Praktikabilität kann auf eine orale Medikation von Antibiotika zur Behandlung bakterieller Erkrankungen in Geflügelbeständen nicht verzichtet werden. Die Verabreichung von Antibiotika über das Futter oder das Trinkwasser ist jedoch mit vielen Problemen behaftet, wie Unterdosierung und Kontamination der Stalleinrichtungen, die eine Selektion von Antibiotikaresistenzen begünstigen. Auch die eingeschränkte Verfügbarkeit zugelassener Arzneimittel für verschiedene Spezies des Wirtschaftsgeflügels erschwert die Therapie bakterieller Erkrankungen in der Geflügelpraxis. Dieser Beitrag soll einen Überblick über die Probleme im Praxisalltag und mögliche Lösungsansätze geben.

Key words

Bacterial infections, poultry, pharmacotherapy

Summary

The oral route of administration of antibiotics for the treatment of bacterial infections is by far the most practical within poultry industry. However, the medication via food or drinking water bears several risks, such as intake of insufficient doses and contaminations of the barn, which can increase selection of resistant bacteria. Furthermore, the limited availability of antimicrobials for various poultry species complicates the therapy of bacterial diseases in practice. This overview summarises practical problems and suggestions to solve the problems.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Angelika Richter
Institut für Pharmakologie und Toxikologie
FB Veterinärmedizin
Freie Universität (FU) Berlin
Koserstraße 20
14195 Berlin
E-Mail: richtera@zedat.fu-berlin.de

Application of antibiotics in poultry

Tierärztl Prax 2009; 37 (G): 321–329
Eingegangen: 3. März 2009
Akzeptiert: 31. März 2009

Bakterielle Infektionserkrankungen beim Geflügel

Häufig vorkommende bakterielle Erkrankungen und die an diesen Infektionen beteiligten Erreger sind in ► Tabelle 1 zusammengefasst. Im Vordergrund stehen in der Geflügelpraxis respiratorische und gastrointestinale Erkrankungen. In Geflügelbeständen spielen monokausale Infektionskrankheiten eine geringere Rolle als gesundheitliche Probleme mit einer multikausalen Ätiologie (6, 14). Die klinische Symptomatik lässt meistens keine Rückschlüsse auf den ursächlichen Erreger zu.

Verfügbarkeit von Antibiotika zum Einsatz in der Geflügelhaltung

In Deutschland wurden 2006 nach Angaben des Bundesverbandes für Tiergesundheit rund 540 Mio. Broiler und 43 Mio. Legehennen gehalten. Schätzungen gehen von einem jährlichen Bestand von 30 Mio. Puten und ca. 3 Mio. Wassergeflügel (Ente, Gans) aus. Abgesehen von Huhn und Pute sind die verschiedenen Arten des Wirtschaftsgeflügels als „minor species“ zu betrachten. Für die pharmazeutische Industrie bestehen geringe ökonomische Anreize für diese „minor species“ Arzneimittel auf den Markt zu bringen. Die verfügbaren Arzneimittel sind zum größten Teil den Antibiotika und Impfstoffen zuzuordnen, während es nur wenige

Tab. 1 Häufiger vorkommende bakterielle Erkrankungen beim Geflügel unter hauptsächlichlicher Beteiligung der genannten Organsysteme

Erreger (Krankheitsbezeichnung)	Atemwege	Darm	Nervensystem	Knochen/Gelenke	Haut/Gefieder	Reproduktionstrakt
<i>Aeromonas hydrophila</i> (Aeromonas-Septikämie)	+	+			+	
<i>Avibacterium paragallinarum</i> (ansteckender Hühnerschnupfen)	+					
<i>Bordetella avium</i> (aviäre Bordetellose)	+					
<i>Borrelia anserina</i> (Borreliose)	+	+	+			
<i>Campylobacter</i> , thermophile (Campylobakteriose)		+				
<i>Chlamydophila psittaci</i> (Ornithose)	+	+				(+)
<i>Clostridium perfringens</i> (nekrotisierende Enteritis)		+				
<i>Clostridium botulinum</i> (Botulismus)			+ (Toxin)			
<i>Clostridium colinum</i> (ulzerative Enteritis)		+				
<i>Clostridium septicum</i> (Gasödemerkrankung)					+	
<i>Escherichia coli</i> (Coliseptikämie)	+	+	+	+	+	+
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i> (Rotlauf)				+	+	+
<i>Gallibacterium</i> spp.	+					+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+					
<i>Listeria monocytogenes</i> (Listeriose)		+			+	
<i>Mycoplasma</i> spp. (Mykoplasmosen)	+			+	+	+
<i>Mycobacterium avium</i> (Geflügeltuberkulose)		+	+			+
<i>Ornithobacterium rhinotracheale</i> (Ornithobakteriose)	+		+	+		(+)
<i>Pasteurella multocida</i> (Geflügelcholera)	+	+	+	+	+	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Pseudomonadose)	+	+		+		
<i>Riemerella anatipestifer</i> (Riemerellose)	+		+	+		
<i>Salmonella enterica</i> (Salmonellose)	+	+	+	+		+
<i>Staphylococcus aureus</i> (Staphylokokkose)	+			+	+	
<i>Streptococcus/Enterococcus</i>	+		+	+		
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i> (aviäre Pseudotuberkulose)		+				

+: Beteiligung; (+): fragliche Beteiligung

zugelassene Antiparasitika gibt und zum Beispiel überhaupt keine Sekretolytika und Antiphlogistika für einzelne Geflügelarten zugelassen sind.

► Tabelle 2 listet antibakterielle Wirkstoffe, die im Anhang I der Verordnung Nr. 2377/90 (EWG) stehen, d. h. für die eine Rückstandshöchstmengende (Maximum Residue Limit, MRL) festgelegt ist. Diese Tabelle bietet eine Übersicht über die zurzeit verfügbaren antimikrobiellen Wirkstoffe zur oralen Applikation. Wie daraus ersichtlich ist, gibt es keine zugelassenen Arzneimittel für Enten und Gänse (abgesehen vom Sulfaquinoxalin), sodass viele antibakterielle Wirkstoffe nur im Rahmen einer tierartigen Umwidmung im Falle eines Therapienotstands beim Wassergeflügel angewendet werden dürfen. Auch für Legehennen bietet sich ein nur begrenztes Spektrum von (i) Wirkstoffen an, für die ein MRL für

das Ei festgesetzt ist, sowie (ii) Präparaten, die für Legehennen zugelassen sind und für die eine Wartezeit für Eier festgelegt ist (► Tab. 2). Die Wartezeiten für verschiedene Präparate, die antibakterielle Wirkstoffe aus der Gruppe der Tetracykline und Erythromycin-Thiocyanat enthalten, sind länger (10–14 Tage) als die Mindestwartezeit für Eier nach der TÄHAV (7 Tage). Ob die Mindestwartezeit von 7 Tagen für umgewidmete Antibiotika tatsächlich ausreicht, ist im Hinblick auf die Physiologie der Eientwicklung äußerst fragwürdig (5). Die Mindestwartezeit von 28 Tagen für essbares Gewebe im Falle der Umwidmung auf eine andere Tierart schließt eine solche Umwidmung von Arzneimitteln bei Masthähnchen im Hinblick auf deren Schlachtreife um den 32. Lebenstag herum nahezu aus.

Tab. 2

Antibakteriell wirksame Stoffe, für die ein MRL für essbares Gewebe (G) vom Geflügel (bzw. einzelne Spezies) und teils für Eier (Ei) festgelegt ist, d. h. Wirkstoffe die in Anhang I der Verordnung EWG 2377/90 stehen. Diese Wirkstoffe sind teils nicht als zugelassene Arzneimittel für das Geflügel auf dem deutschen Markt verfügbar, dürfen aber bei Lebensmittel liefernden Tieren gemäß AMG § 56a im Rahmen einer Umwidmung im Fall eines Therapienotstands unter Einhaltung der Mindestwartezeiten nach der TÄHAV (essbares Gewebe: 28 Tage, Eier: 7 Tage) eingesetzt werden. Wirkstoffe, die als Arzneimittel für das Geflügel eine Zulassung haben, sind fett gedruckt. Bezüglich der Zulassung von Arzneimitteln mit den jeweiligen Wirkstoffen sind nur die auf dem deutschen Markt und nur solche zur oralen Applikation über Futter oder Tränke für verschiedene Spezies und verschiedene Nutzungsarten berücksichtigt (Broiler schließt teils Küken und Legehennen bis zur 16. oder 18. Lebenswoche ein). Die Wartezeiten für essbares Gewebe sind in Tagen angegeben; (+) kennzeichnet die gemäß TÄHAV zu beachtenden Mindestwartezeiten. Die Wartezeiten variieren zum Teil bei einzelnen Spezies und für verschiedene Präparate. Im Falle einer Zulassung für Legehennen ist die Wartezeit für Eier angegeben. Quelle: www.vetidata.de (Stand: Januar 2009).

Wirkstoff	Spezies/Nutzung	Zulassung	MRL	Wartezeit
Amoxicillin	Broiler	ja	G	6
Ampicillin	Broiler	ja	G	6
Apramycin	Broiler	nein	(Anhang II)	(+)
Chlortetracyclin	Geflügel/Henne	ja	G/Ei	10–21 (Ei: 10–14)
Cloxacillin	Geflügel	nein	G	(+)
Colistin	Broiler/Henne	ja	G/Ei	2 (Ei: 0)
Danofloxacin	Hühner	nein	G	(+)
Dicloxacillin	Geflügel	nein	G	(+)
Difloxacin	Hühner/Puten	ja	G	(+)
Doxycyclin	Geflügel	nein	G	(+)
Enrofloxacin	Broiler/Pute	ja	G	9–11
Erythromycin	Broiler/Henne/Pute	ja	G/Ei	3 (Ei: 0–10)
Florfenicol	Geflügel	nein	G	(+)
Kanamycin	Geflügel	nein	G	(+)
Lincomycin	Broiler/Pute	ja ¹	G/Ei	5–8
Neomycin	Broiler/Henne//Pute	ja	G/Ei	7 (Ei: 0)
Oxacillin	Geflügel	nein	G	(+)
Oxolinsäure	Hühner	nein	G	(+)
Oxytetracyclin	Broiler/Henne/Pute	ja	G/Ei	7–14 (Ei: 14)
Penicillin G	Broiler/Pute	ja	G	1
Penicillin V	Broiler	ja	G	2
Sarafloxacin	Hühner	nein	G	(+)
Spectinomycin	Henne	ja	G	15 (Ei: 0)
Spiramycin	Hühner	nein	G	(+)
Sulfadimethoxin	Broiler	ja	G ³	14
Sulfadimidin	Broiler	ja	G ³	14
Sulfaquinoxalin	Broiler/Pute/Gans	ja	G ³	14
Tetracyclin	Broiler/Henne	ja	G/Ei	14 (Ei: 14)
Thiamphenicol	Geflügel	nein	G	(+)
Tiamulin	Broiler/Henne/Pute	ja	G	3–7 (Ei: 0)
Tilmicosin	Broiler	ja	G	12
Trimethoprim	Broiler	ja ²	G	6–18
Tylosin	Broiler/Pute	ja	G/Ei	1–5
Tylvalosin	Geflügel	ja	G	2

¹ nur in Kombination mit Spectinomycin; ² nur in Kombination mit Sulfamethoxazol;
³ Sulfonamidgruppe: MRL für essbares Gewebe

Arten des Einsatzes von Antibiotika in Geflügelbeständen

Seit Januar 2006 sind innerhalb der EU antibakteriell wirksame Leistungsförderer als **Futterzusatzstoffe** generell verboten. Futterzusatzstoffe mit pharmakologischer Wirkung werden heute daher nur noch als Kokzidiostatika in Geflügelbeständen angewendet. Diese Stoffe besitzen aber teils auch eine antibakterielle Wirkung, so z. B. die Ionophore (polyzyklische Polyether-Wirkstoffe). Da diese Wirkstoffe nach Futtermittelrecht zugelassen sind, entscheidet der Tierhalter über deren Einsatz, d. h. der Tierarzt muss nicht involviert werden. Um Intoxikationen infolge von Wechselwirkungen zwischen Arzneimitteln und Futterzusatzstoffen zu vermeiden, wie zwischen antibakteriellen Wirkstoffen aus der Gruppe der Pleuromutiline (z. B. Tiamulin) und Ionophoren (z. B. Monensin), muss sich der Tierarzt jedoch über die Anwendung von Futterzusatzstoffen informieren, bevor er ein Arzneimittel verordnet. Zwischen Pleuromutilin- und Ionophorgabe sollen laut Herstellerangaben mindestens 7 Tage liegen, da ansonsten mit Intoxikationen zu rechnen ist.

Im Gegensatz dazu sind antibakteriell wirksame **Arzneimittel** (Zulassung nach dem Arzneimittelgesetz, AMG) verschreibungspflichtig und können folglich nur auf eine tierärztliche Verordnung in Geflügelbeständen angewendet werden. Der Einsatz von Antibiotika ist nur gerechtfertigt, wenn einer Erkrankung mit großer Wahrscheinlichkeit eine bakterielle Infektion zugrunde liegt. Um eine Aussage darüber zu erhalten, ob eine bakterielle Erkrankung vorliegt, bedarf es angemessener klinischer Untersuchungen auf der Basis tierärztlicher Kenntnisse und häufig weiterführender diagnostischer Maßnahmen (3).

Da die gesundheitlichen Probleme beim Geflügel in der Regel multifaktorielle Ursachen haben und die klinischen Symptome bzw. die pathologisch-anatomischen Veränderungen nicht auf den/die ursächlichen Erreger schließen lassen, sind labordiagnostische Untersuchungen zwingend erforderlich (7). Bakteriologische Untersuchungen mit Erregeridentifizierung und Bestimmung der In-vitro-Empfindlichkeit der ursächlichen Bakterien reduzieren die Gefahr eines Therapieversagens in erheblichem Maße und sind daher sowohl aus Gründen des Tierschutzes als auch aufgrund ökonomischer Aspekte essenziell. Auch zur Vermeidung erworbener Antibiotikaresistenzen sollte vor der Verabreichung eines antibakteriellen Wirkstoffs Probenmaterial für die mikrobiologische Diagnostik entnommen und an eine kompetente Untersuchungseinrichtung eingeschickt werden (16, 18). In akuten Erkrankungsfällen, wie bakteriellen Atemwegsinfektionen, ist zwar eine sofortige **Therapie** mit einem antibakteriellen Wirkstoff einzuleiten (d. h. bevor die Befunde der bakteriologischen Untersuchungen vorliegen), doch kann im Falle eines Therapieversagens anhand der inzwischen ermittelten mikrobiologischen Befunde ein mit großer Wahrscheinlichkeit wirksames Antibiotikum ausgewählt werden. Sofern ein Antibiotikum abweichend von den Zulassungsbedingungen (Tierart, Indikation) beim Geflügel an-

gewendet wird, ist ein Therapienotstand durch bakteriologische Untersuchungen und Bestimmung der In-vitro-Empfindlichkeit des entsprechenden Erregers zu dokumentieren (3). Da dies bei „minor species“ regelmäßig zutrifft, sollten hier neben den vorab genannten Untersuchungen im jeweiligen Fall auch andere Untersuchungen und Erkenntnisse, z. B. epidemiologische Daten, herangezogen werden.

Beim Geflügel ist die Behandlung aller Tiere einer Herde unumgänglich, weil sich die Trennung von kranken und in der Inkubationsphase befindlichen Tieren von den gesunden Tieren praktisch nicht durchführen lässt (7, 13). In Geflügelbeständen wird daher in der Regel eine so genannte „**Metaphylaxe**“ durchgeführt, d. h. neben der Therapie bereits erkrankter Tiere erfolgt gleichzeitig eine Behandlung solcher Tiere, die mit großer Wahrscheinlichkeit infiziert, jedoch (noch) nicht erkrankt sind. Diese metaphylaktische Anwendung ist wie der therapeutische Einsatz von Antibiotika mit den Antibiotika-Leitlinien vereinbar.

Probleme bei der Umsetzung der Antibiotika-Leitlinien im Geflügelbereich

Jede Verwendung von antibakteriellen Wirkstoffen erhöht potenziell das Risiko des Auftretens und der Ausbreitung einer Resistenz bei zoonotischen Bakterien, wie *Salmonella* spp. und *Campylobacter* spp., sowie bei tierpathogenen und kommensalen Bakterien (19). Um der Selektion von Antibiotikaresistenzen keinen Vorschub zu leisten und um eine erfolgreiche Behandlung bakterieller Infektionserkrankungen zu erzielen, sind folgende Grundregeln (Leitlinien) beim Einsatz von Antibiotika zu beachten (3, 15, 20):

1. strenge medizinische Indikation: klinische und bakteriologische Diagnostik
2. Einhaltung therapeutischer Dosierungen/Dosisintervalle
3. angemessene Therapiedauer (so lange wie nötig, so kurz wie möglich)
4. Auswahl geeigneter Antibiotika und Präparate, keine unsinnigen Kombinationen

Zu 1) Insbesondere bei Bestandsbehandlungen kann aus oben genannten Gründen auf eine bakteriologische Diagnostik neben den klinischen Untersuchungen nicht verzichtet werden. Eine kalkulierte Therapie (d. h. Einsatz auf Verdacht nach Probennahme) kann durchgeführt werden, wenn eine Laboruntersuchung eingeleitet wurde bzw. der vermutliche Erreger und dessen Empfindlichkeit aus einem Resistenzmonitoring bekannt sind. In Geflügelbeständen sollten regelmäßige bakteriologische Untersuchungen Aufschluss über die Resistenzlage potenzieller Krankheitserreger geben. Für aussagefähige Ergebnisse sind die Auswahl der Proben, ein schnellstmöglicher Versand, gegebenenfalls mit Kühlung der Proben, ein umfassender Vorbericht (21) sowie eine Erregeridentifizierung und die Beachtung mikrobiologischer Standards bei der Empfindlichkeitsprüfung erforderlich (18).

Durch das vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) durchgeführte nationale Resistenzmonitoring kann das Risiko der zunehmenden Resistenzentwicklung bei den in Deutschland eingesetzten Antibiotika verlässlich definiert werden. Zudem stehen dem Tierarzt hierüber wertvolle Informationen zur Epidemiologie der Resistenzsituation in Deutschland zur Verfügung, die als wichtige Entscheidungshilfe bei der kalkulierten Therapie dienen können (22). Um repräsentativere Daten zur Antibiotikaempfindlichkeit auch für den Geflügelbereich erhalten zu können, ist es wünschenswert, dass sich die in der Geflügelpraxis tätigen Tierärzte an dem GERM-Vet Monitoring des BVL aktiv beteiligen (23). In ausreichendem Umfang ist dieses bisher nicht der Fall.

Zu 2) Die Einhaltung therapeutischer Dosierungen bei der oralen Verabreichung von Antibiotika in Tierbeständen setzt entsprechende fachliche Kenntnisse und technische Gegebenheiten in dem Betrieb voraus und kann mit einer Reihe von Problemen verbunden sein (s. nachfolgenden Abschnitt zu Dosierungsungenauigkeiten bei der oralen Applikation). Eine subtherapeutische Dosierung und somit Unterschreitung der minimalen Hemmstoffkonzentration (MHK) am Ort der Infektion bietet den weniger empfindlichen bzw. resistenten Bakterien einen Selektionsvorteil. Gleiches gilt für die zeitabhängig wirkenden Antibiotika bei zu großen Dosierungsintervallen, in denen die MHK-Werte unterschritten werden. Zu den konzentrationsabhängigen Substanzen, deren Wirksamkeit maßgeblich von der erzielten Spitzenkonzentration am Wirkort bestimmt wird, gehören die Fluorchinolone und Aminoglykoside, während alle anderen antibakteriellen Wirkstoffe zeitabhängig wirken. Dies bedeutet, dass beim größten Teil der antibakteriell wirksamen Substanzen eine zeitabhängige Wirkung besteht (2, 11).

Zu 3) Die Therapie ist einige Tage über das Abklingen der Symptome hinaus fortzusetzen, um Rezidive und Resistenzselektionen zu vermeiden. Da die klinischen Symptome in der Regel nach 1–3 Tagen abklingen sollten, reicht meistens eine 3- bis 7-tägige Behandlung aus (16). Längere Wartezeiten können den Geflügelhalter unter Umständen aufgrund eines nahenden Schlachterminals zu einem vorzeitigen Absetzen des antibakteriellen Wirkstoffs veranlassen. Daher empfiehlt es sich, den Tierhalter auf die Dringlichkeit der Einhaltung der Therapiedauer hinzuweisen. Gegebenenfalls ist eine vorzeitige Schlachtung der noch gesunden Tiere eines Bestandes ohne vorherigen Einsatz antibakterieller Wirkstoffe anzuraten. Eine vorzeitige Schlachtung ist jedoch meist nicht möglich, weil die geplanten Schlachtttermine besonders bei Broilern kaum verändert werden können und bei Broilern ein exakt vorgegebenes Gewicht gewünscht wird.

Zu 4) Wie oben beschrieben, mangelt es für den Geflügelbereich oft an zugelassenen Arzneimitteln. Allgemeine Auswahlkriterien für einen geeigneten antibakteriellen Wirkstoff sind in ► Tabelle 3 zusammengefasst und in den Antibiotika-Leitlinien (3) und verschiedenen Übersichtsbeiträgen genauer erläutert (z. B. 16). Um der Kombination mehrerer antibakterieller Wirkstoffe entgegenzuwirken, dürfen seit der 11. AMG-Novelle in Fütterungsarznei-

Tab. 3 Allgemeine Auswahlkriterien für ein geeignetes Antibiotikum

● Rationale Auswahl des Antibiotikums nach den Vorgaben der Antibiotika-Leitlinien
● Wirkungspotenz und Wirkungstyp (bakterizide Wirkung vor allem bei Immunschwäche)
● Pharmakokinetische Eigenschaften, die ausreichend hohe Konzentrationen über einen angemessenen Zeitraum im infizierten Gewebe gewährleisten (Bioverfügbarkeit, Verteilung, Elimination)
● Gute Verträglichkeit; keine Gegenanzeigen
● Anwendung zugelassener Präparate unter strikter Berücksichtigung der Zulassungsbedingungen
● Rechtliche Aspekte (Verbraucherschutz: Verbot bestimmter Antibiotika, Wartezeiten)
● Vermeidung unsinniger Wirkstoffkombinationen

mitteln maximal zwei antibiotikumhaltige Monopräparate oder ein Kombinationspräparat eingemischt werden. Nicht gesetzlich reglementiert, aber kritisch zu sehen, ist auch der gleichzeitige Einsatz mehrerer antibakterieller Wirkstoffe in Form von Fertigarzneimitteln. Nur wenige Kombinationen sind aus pharmakologischer Sicht aufgrund bekannter synergistischer Wirkungen bzw. Verbreiterung des Keimspektrums sinnvoll (Sulfonamide + Trimethoprim; bei Septikämie: Aminopenizillin + Aminoglykosid). Durch unsinnige Kombinationen werden nicht nur Resistenzen gefördert, sondern sie schmälern unter Umständen auch die Aussichten auf einen Therapieerfolg. So wird der Einsatz eines bakteriostatisch wirkenden Antibiotikums, z. B. eines Tetrazyklins, die bakterizide Wirksamkeit eines gleichzeitig verabreichten Penizillins herabsetzen oder verhindern, da Penizilline nur proliferierende Keime abtöten, die Proliferation aber durch das Tetrazyklin gehemmt wird (16).

Applikationsarten von Antibiotika im Geflügelbereich

In der Geflügelhaltung steht die gleichzeitige Behandlung aller Tiere der Herde über das Trinkwasser oder das Futter im Vordergrund. Eine parenterale Applikation erlaubt zwar eine exakte Dosierung, lässt sich aber durch den Arbeitsaufwand nur in kleinen Herden bewältigen. Ein Nachteil ist zudem, dass diese Anwendung mit Stress für die Tiere verbunden ist. Daher erfolgt eine parenterale Applikation nur in bestimmten Fällen, in denen die Tiere stark apathisch sind und nicht ausreichend Wasser bzw. Futter aufnehmen. Die orale Verabreichung von Antibiotika in Form von Fertigarzneimitteln über das Futter oder Trinkwasser sowie in Form von Fütterungsarzneimitteln ist heute daher im Hinblick auf die Praktikabilität in Geflügelbeständen unumgänglich, stellt jedoch in puncto der Einhaltung von therapeutischen Dosierungen (s. folgender Abschnitt) eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar.

Dosierungsungenauigkeiten bei der oralen Verabreichung von Antibiotika

Neben einer korrekten Einschätzung/Erfassung des Körpergewichts der Tiere ist je nach Applikationsmedium eine zuverlässige Information über die Menge der Futter- bzw. Wasseraufnahme im behandlungsbedürftigen Bestand erforderlich, weil der Bedarf bekanntlich stark von den Fütterungs- und Haltungsverhältnissen (z. B. Umgebungstemperatur) beeinflusst wird. Deutliche individuelle Abweichungen vom mittleren Körpergewicht und von der durchschnittlichen Wasser- bzw. Futteraufnahme werden bei einzelnen Tieren innerhalb eines größeren Bestandes mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer Unterdosierung führen, zumal infolge einer Erkrankung die Wasser- und vor allem die Futteraufnahme deutlich reduziert sein können. Andererseits besteht bei fieberhaften Erkrankungen mitunter auch eine erhöhte Wasseraufnahme. Bei einzelnen Tieren kann es durch größere Aufnahmemengen zu einer Überdosierung kommen. Daher müssen die zur oralen Medikation von Herden bestimmten Arzneistoffe eine relativ große therapeutische Breite aufweisen. Eine Reduktion in der Aufnahme tritt unabhängig vom Allgemeinbefinden auch als Folge von Geschmacksbeeinträchtigungen auf (z. B. für Erythromycin bekannt), die teils durch Zusätze von Zucker oder Zimt behoben werden können.

Für die meisten Fertigarzneimittel, die eine Zulassung für das Geflügel zur Behandlung bakterieller Erkrankungen besitzen, ist nach den Herstellerangaben eine **Applikation über das Trinkwasser** vorgesehen. Diese ist im Rahmen einer kalkulierten Therapie der Applikation in Form von Fütterungsarzneimitteln überlegen (s. ► Tab. 4), denn der Einsatz eines Antibiotikums kann

hierüber schneller und unkomplizierter erfolgen und im Falle eines Therapieversagens gestaltet sich eine sofortige Umstellung auf ein nach labor diagnostischen Untersuchungen wahrscheinlich wirksames Antibiotikum praktikabler. Außerdem ist eine bessere Anpassung der Behandlungsdauer an den Therapieerfolg möglich, da sich die Verabreichung im Gegensatz zu Fütterungsarzneimitteln einfacher beenden lässt. Bei kranken Tieren ist die Wasseraufnahme zudem meistens weniger gestört als die Futteraufnahme. Die Wasseraufnahme kann außerdem durch Veränderung der Umgebungstemperatur beeinflusst und durch Wasserhähnen gut kontrolliert werden. Somit besteht einer geringere Gefahr der Unterdosierung als bei Applikation über das Futter. Bei Trinkwasserapplikation ist den verschiedenen Haltungsformen in der Geflügelhaltung entsprechend Rechnung zu tragen. So muss bei Freilandhaltung der Zugang zu anderen Wasserquellen (z. B. Pfützenwasser) und Feuchtfutter (z. B. Gras) selbstverständlich verhindert werden.

Bei Verabreichung über das Trinkwasser sind spezielle Anforderungen an die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Wirkstoffs und an die Wasserleitungssysteme zu stellen. Der Wirkstoff muss vollständig gelöst sein, seine Stabilität in der Lösung und die pharmazeutische Stabilität in dem Leitungssystem müssen gewährleistet sein. Die Leitungen, Dichtungen, Tränken und Dosiereinrichtungen sind hinsichtlich ihrer Materialbeschaffenheit (z. B. keine Tropfverluste, d. h. Dichtigkeit; Ausschluss poröser Oberflächen) und auf Kompatibilität mit dem Wirkstoff (z. B. Lichtundurchlässigkeit, Korrosionsbeständigkeit) zu prüfen. Es gilt zu vermeiden, dass die antibakteriellen Wirkstoffe während der Therapie z. B. durch Oxidationsvorgänge schnell inaktiviert werden oder dass sie nach der Behandlung für lange Zeit in den Rohrleitungen verbleiben. Unter Einhaltung dieser Voraussetzungen ist das Risiko einer längeren Kontamination der Stallungen und Einrichtungen wahrscheinlich gering. Während der Behandlung muss der Tierhalter die Durchgängigkeit der Tränken regelmäßig überprüfen.

Die Wasserlöslichkeit der antibakteriellen Wirkstoffe kann durch pH-Abweichungen und Schwebstoffe, mit denen im betriebspezifischen Brunnenwasser zu rechnen ist, herabgesetzt sein. Daher muss die Löslichkeit eines Präparats zuvor überprüft werden. Entsprechend der Tagesdosis, dem Körpergewicht, der Trinkwasseraufnahme und der Wirkstoffkonzentration im Präparat ist die zu lösende Menge zu berechnen, um anschließend eine Stammlösung herzustellen. Eine genauere Dosierung über das Trinkwasser verspricht der Einsatz spezieller Dosiersysteme wie Proportionaldosierern. Meist wird die höchste Dosierate des Medikators (1–5%) eingestellt, um eine bessere Lösung des Präparats in einer möglichst großen Wassermenge zu erreichen. So enthält die Stammlösung bei 5%iger Dosierate die 20-fache Wirkstoffkonzentration, während sie bei einer 2%igen Dosierate 50-fach konzentriert ist, was das Löslichkeitsprodukt des Medikaments überschreiten kann. Damit die Stammlösung im Dosierer mit dem Antriebswasser homogen verteilt und in die Wasserleitung befördert wird, ist es notwendig, dass die verwendeten Präparate bereits

Tab. 4 Vorteile und Nachteile der Trinkwassermedikation im Vergleich zur Applikation über das Futter

Vorteile der Trinkwassermedikation	• Einsatz, Therapieumstellung bzw. Beendigung der Therapie sofort möglich •
	• kranke Tiere nehmen meistens ausreichend Wasser auf
	• mögliche Steuerung der Wasseraufnahme (z. B. Umgebungstemperatur)
	• geringeres Risiko einer längeren Kontamination der Stallungen und Einrichtungen
Nachteile der Trinkwassermedikation	• eingeschränkte Löslichkeit einiger Antibiotika
	• mangelnde Stabilität der Lösungen (z. B. Ampicillin-Lösungen)
	• variable Wasserqualität: Schwebstoffe und pH-Abweichungen im hofeigenen Tränkewasser können die Löslichkeit herabsetzen
	• andere Wasserquellen müssen ausgeschlossen werden

in der Stammlösung vollständig in Lösung gehen. Die vollständige Lösung aller Komponenten des Präparats (Wirk- und Hilfsstoffe) sichert die vorgeschriebene Konzentration des Wirkstoffs an der Tränkestelle und damit den Behandlungserfolg. Aus diesem Grund eignet sich der Einsatz von Suspensionen in der Regel nicht, weil dadurch die Dosierungsgenauigkeit leidet und die Gefahr von Ablagerungen in den Leitungen besteht. Es befinden sich zwar technisch erweiterte Systeme am Markt, bei denen der Proportionaldosierer mit einem Mischbehälter und einem Rührwerk zur Verhinderung des Absetzens schlecht löslicher Präparate kombiniert ist, doch kann damit lediglich das Absetzen im Stammlösungsbehälter, nicht hingegen in der Leitung verhindert werden. Deshalb sollten nur vollständig lösliche Präparate zum Einsatz kommen. Wichtig ist, dass nur für die Trinkwassermedikation zugelassene Produkte verwendet werden. Neben löslichen Wirkstoffen gibt es geeignete Mikroemulsionen und Mikrosuspensionen, die für die Trinkwassermedikation zugelassen sind.

In der Geflügelpraxis werden antibakterielle Wirkstoffe in den meisten Fällen über die Tränke verabreicht, sodass die **orale Medikation von Antibiotika über das Futter** eine untergeordnete Rolle spielt. Hierbei kann es trotz korrekter Berechnung der einzumischenden Menge eines Antibiotikums infolge inhomogener Vermischung, Entmischung und Zersetzung der Wirkstoffe zu einer Unterdosierung kommen (20). Mit der 11. Novellierung des AMG wurden die Abgabe von Arzneimittelvormischungen an den Tierhalter und Herstellungsaufträge an Futtermittelmischbetriebe verboten. Ein Nachteil beim Einsatz eines Fütterungsarzneimittels ist und bleibt die erschwerte Therapieumstellung im Falle eines Therapieversagens.

Die Verabreichung von Antibiotika über das Futter birgt das Risiko einer geringen oralen Bioverfügbarkeit infolge einer verzögerten Magenentleerung und auch durch Interaktionen zwischen Wirkstoff und Futterbestandteilen (z. B. Tetrazykline mit Kalzium). Eine verminderte enterale Resorption setzt die systemische Wirksamkeit stark herab und durch subtherapeutische Konzentrationen können Resistenzselektionen gefördert werden. Auch die gastrointestinale Wirksamkeit kann durch Bindung der Wirkstoffe an Futterbestandteile herabgesetzt sein. Weitere Probleme ergeben sich möglicherweise dadurch, dass Antibiotika mit dem Kot oder auch direkt in die Umgebung der Tiere gelangen. Mit dem Scharren und Picken nehmen die Hühner Arzneimittelreste wieder auf. So lassen sich Arzneimittelrückstände noch nach Wochen nachweisen (4, 8). Nicht auszuschließen ist, dass die angegebenen Wartezeiten, die allgemein durch Wartezeitstudien an Tieren in Käfighaltung festgelegt werden, in der Boden- und Auslaufhaltung nicht zutreffen.

Strategien zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes in Geflügelbeständen

Mit der Intensivierung der Wirtschaftsgeflügelhaltung hat sich die Tätigkeit der Tierärzte in der Geflügelpraxis von einer zunächst

kurativen zur präventiven Betreuung verschoben (12). Die früher dominanten monokausalen Infektionskrankheiten und Seuchen sind weitgehend getilgt bzw. unter Kontrolle gebracht. Gesundheitliche Probleme in Geflügelbeständen haben seither hingegen vorwiegend eine multikausale Ätiologie (6, 14). Die Grundsätze der Bekämpfungsstrategien von Infektionskrankheiten beim Ge-

Fazit für die Praxis

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass zweifelsohne Hal- tungsbedingungen und genetische Dispositionen der Tiere am Auftre- ten und Verlauf verschiedener Gesundheitsschäden und Krankheiten beteiligt sind. Notwendig ist daher eine Verbesserung der verschiede- nen Komponenten der Geflügelproduktion und genetischen Selektion, die in Richtung erhöhter Resistenz gegenüber bestimmten Infektionen führen. Dies hat nicht nur die Verminderung der Antibiotikaresistenz- Problematik, sondern auch die Steigerung der Produktivität und damit die Erhöhung des Gewinns zum Ziel.

Die wichtigste Aufgabe der betreuenden Tierärzte in Geflügelbetrie- ben ist die Verhütung von Krankheiten und Gesundheitsschäden. Die Honorierung der tierärztlichen Leistung sollte daher mehr auf einer Be- ratungs- bzw. Betreuungsbasis gestaltet werden. Bei sachgemäßem Einsatz liefern Arzneimittel gegen Infektionskrankheiten in der Veteri- närmedizin einen unverzichtbaren Beitrag zur Tiergesundheit, zur Le- bensmittelqualität und damit für die menschliche Gesundheit. Durch die Entwicklung von Impfstoffen und von Präparaten, die eine zuver- lässige Dosierung von Antibiotika über das Trinkwasser mittels moder- ner technischer Anlagen (gute Wasserlöslichkeit und Stabilität der Lö- sungen) ermöglichen, kann die pharmazeutische Industrie einen wes-entlichen Beitrag leisten. Aus Sicht der Geflügelpraxis ist innerhalb der EU auch eine Harmonisierung der Wartezeiten sowie der Anfor- derungen an die Tierhaltung und an den Tierschutz wünschenswert.

Der Einsatz von antibakteriellen Wirkstoffen bleibt auch zukünftig zweifellos eine wichtige Säule des tierärztlichen Handelns in der Ge- flügelpraxis. Die Labordiagnostik beim Geflügel ist ein unverzicht- bares Instrument zur Einleitung einer gezielten Behandlung. Sie muss daher kostengünstig, schnell und gezielt eingesetzt werden. Entwick- lungen zur Verbesserung der diagnostischen Verfahren sind notwen- dig. Empfehlungen für die Belegung von Mikrotiterplatten zur Emp- findlichkeitsprüfung von Bakterien gegenüber antibakteriellen Wirk- stoffen in der Routinediagnostik im Geflügelbereich werden von der Arbeitsgruppe „Antibiotikaresistenz“ zurzeit erarbeitet. Darüber hin- aus sollte das nationale Resistenzmonitoring des BVL durch Tierärzte, die in der Praxis und Labordiagnostik im Geflügelbereich tätig sind, durch Bereitstellung von Probenmaterial unterstützt werden, um re- präsentivere epidemiologische Daten erhalten zu können (23).

Insgesamt ist eine Optimierung des Arzneimittel Einsatzes anzu- streben. Therapeutische Erfolge lassen sich jedoch nicht allein durch den Einsatz von Arzneimitteln erreichen, sondern erfordern flankie- rende Maßnahmen zur Ausschaltung von Negativfaktoren, die den Verlauf der vorwiegend multifaktoriellen Erkrankungen beeinflussen können.

flügel sind die Ausmerzungen, die Züchtung resistenter Rassen, die Unterbrechung des Kontakts zwischen Erreger und Wirt (Hygie- ne) sowie die Steigerung der Abwehr des Wirts durch optimale Haltung und Ernährung. Neben diesen Maßnahmen gehören die Schutzimpfungen gegen verschiedene Krankheiten zu den wich- tigsten und erfolgreichsten Mitteln zur Gesunderhaltung des Ge- flügels (7).

Fortlaufende Bestandsbetreuung zur Gesunderhaltung der Tie- re durch routinemäßige Entnahme von Proben zur Früherken- nung von Krankheiten, Erstellung von Impfprogrammen, Über- wachung des Impferfolgs, Diagnose und Einleitung von Behand- lungen zur Qualitätssicherung werden zurzeit im Rahmen ver- schiedener qualitätsorientierter Managementkonzepte verstärkt in der Geflügelproduktion eingesetzt. In den Betrieben der Geflügel- wirtschaft haben so genannte vertikal vollintegrierte Unterneh- men, wie sie in der Jungmast-Geflügelproduktion weit verbreitet sind, große Vorteile im Hinblick auf die interne Überwachung ein- zelnier Produktionsstufen. Im Ablauf der Erzeugung von Geflügel und Eiern bilden die Zuchtfarmen die erste Produktionsstufe, die in Zucht und Vermehrung unterteilt ist. Die eigentliche Zucht wird von Zuchtkonzernen mit eigenen Beständen und Brütereien be- trieben. Heute liegt der weltweit vorhandene genetische Pool des Wirtschaftsgeflügels in den Händen einiger weniger Unterneh- men. Dies erleichtert die Ausmerzungen bestimmter Krankheiten, die über die Bruteier übertragen werden können, sowie die Züch- tung resistenter Rassen (7).

Der Einsatz erprobter Desinfektionsmittel oder anderer wirk- samer Alternativen (UV-Strahlung, Ozon) zur Bruteihygiene kann zur Reduzierung bzw. zum Verzicht der Anwendung antibakteri- eller Wirkstoffe führen (10). Strenge Hygiene (Biosecurity) und das Rein-raus-System waren bislang gut bewährte Maßnahmen zur Reduzierung von Infektionsrisiken beim Geflügel. Der Anstieg der Produktionskosten sowie die zunehmende Diskussion über artge- rechte Haltung führten zur Entwicklung unterschiedlicher Arten von Integrationen innerhalb der Geflügelindustrie. Es entwickel- ten sich Betriebe, in denen Geflügel unterschiedlicher Altersstufen gehalten wird und auch unterschiedliche Haltungsformen prakti- ziert werden. In diesen Systemen ist jedoch eine gründliche Reini- gung und Desinfektion der Anlagen erschwert. Das Management von Tieren mit unterschiedlicher Herkunft ist problematisch, Krankheiten breiten sich schneller und leichter aus (7). Dieser Pro- blematik ist im Rahmen einer EU-weiten Festlegung von Anfor- derungen an die Tierhaltung und den Tierschutz Rechnung zu tra- gen.

Schutzimpfungen mit Einsatz von Lebend- oder inaktivierten Impfstoffen können den Einsatz von Antibiotika reduzieren (1). Probleme stellen allerdings das Vorkommen von Varianten (Mu- tanten) bzw. eine Steigerung der Erregervirulenz (neue Patho- typen) dar. Zudem sind für bestimmte Geflügelarten (Puten, Was- sergeflügel) in Deutschland nur wenige Impfstoffe zugelassen (7).

In verschiedenen Ländern, jedoch nicht in Deutschland, konn- te durch den Einsatz der so genannten „Competitive Exclusion“ (d. h. Verabreichung einer normalen Darmflora) bei Küken eine

Reduzierung der Kolonisation verschiedener darmpathogener Erreger (z. B. Salmonellen und *Campylobacter*) und somit Einsparungen an Antibiotika erzielt werden (9, 17).

Literatur

- Bermudez AJ, Stewart-Brown B. Disease prevention and diagnosis. In: Diseases of Poultry. Saif YM, Barnes HJ, Glisson JR, Fadly AM, McDougald LR, Swayne DE, eds. Iowa State Press 2003; 17–55.
- Craig WA. Pharmacokinetic/pharmacodynamic parameters: Rationale for antibacterial dosing of mice and men. Clin Infect Dis 1998; 26: 1–12.
- DTBL. Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antimikrobiell wirksamen Tierarzneimitteln; Beilage im Dtsch Tierärztebl 2000; 48 (11).
- Friedrich A, Hafez HM, Woernle H. Nicarbazin-Rückstände in Eiern und Kot von Käfig- und Bodenhennen infolge einer Schadstoffübertragung (Carry over) auf das Futter. Tierärztl Umsch 1985; 40: 190–199.
- Hafez HM. Factors influencing drug residues in poultry products: Review. Arch Geflügelk 1991; 55: 193–195.
- Hafez HM. Strukturwandel in der Wirtschaftsgeflügelproduktion und der tierärztlichen Tätigkeit. Dtsch Tierärztl Wschr 1995; 102: 265–268.
- Hafez HM. Krankheitsbekämpfung und Arzneimitteleinsatz in Nutzgeflügelbeständen. Tierärztl Umsch 2003; 58: 405–408.
- Hafez HM, Woernle H, Friedrich A. Meticlorpindolrückstände in Eiern bei unterschiedlichen Haltungsformen und nach Carry-over-Kontamination des Futters. Tierärztl Umsch 1988; 43: 126–131.
- Hakkinen M, Schneitz C. Efficacy of a commercial competitive exclusion product against a chicken pathogenic *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7. Vet Rec 1996; 139: 139–141.
- Jodas S. Behandlungsverfahren zur Bekämpfung von Salmonella enteritidis bei künstlich infizierten Bruteiern (Legehybriden). Diss med vet, München 1992.
- Kietzmann M, Böttner A, Hafez HM, Kehrenberg C, Klarmann D, Krabisch P, Kühn T, Luhofer G, Richter A, Schwarz S, Sigge C, Traeder W, Waldmann K-H, Wallmann J, Werckenthin C. Empfindlichkeitsprüfung bakterieller Infektionserreger von Tieren gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen: Überlegungen zur Festlegung von Grenzwertkonzentrationen (breakpoints) aus klinisch-pharmakologischer Sicht. Berl Münch Tierärztl Wschr 2004; 117: 81–87.
- Kösters J, Jakoby JR. Das Fachgebiet Geflügelkrankheiten: Standortbestimmung und Zukunftsperspektiven. Dtsch Tierärztl Wschr 1986; 93: 42–44.
- Lüders H. Therapeutische Maßnahmen in der Geflügelhaltung – Grundregeln der Individual- und Massentherapie. In: Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels. Band I. Heider G, Monreal G, Hrsg. Jena: Fischer 1992; 203–220.
- Monreal G. Infektiöse Faktorenkrankheiten beim Geflügel. In: 18. Kongress der DVG. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., Hrsg. Linden: Gahming Druck 1989; 180–192.
- Richter A. Grundsätze zum Umgang mit Antibiotika. In: 23. Kongress der DVG. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e.V., Hrsg. Linden: Gahming Druck 1999; 64–76.
- Richter A, Böttner A, Goossens L, Hafez HM, Hartmann K, Kehrenberg C, Kietzmann M, Klarmann D, Klein G, Krabisch P, Kühn T, Luhofer G, Schulz B, Schwarz S, Sigge C, Waldmann K-H, Wallmann J, Werckenthin C. Mögliche Gründe für das Versagen einer antibakteriellen Therapie in der tierärztlichen Praxis. Prakt Tierarzt 2006; 87: 624–631.
- Schneitz C, Nuotio L. Efficacy of different microbial preparations for controlling *Salmonella* colonisation in chicks and turkey poults by competitive exclusion. Br Poult Sci 1992; 33: 207–211.
- Schwarz S, Böttner A, Hafez HM, Kehrenberg C, Kietzmann M, Klarmann D, Krabisch P, Kühn T, Luhofer G, Richter A, Sigge C, Traeder W, Waldmann K-H, Wallmann J, Werckenthin C. Empfindlichkeitsprüfung bakterieller Infektionserreger von Tieren gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen: Methoden zur *in-vitro* Empfindlichkeitsprüfung und deren Eignung im Hinblick auf die Erarbeitung therapeutisch nutzbarer Ergebnisse. Berl Münch Tierärztl Wschr 2003; 116: 353–361.
- Schwarz S, Chaslus-Dancla E. Use of antimicrobials in veterinary medicine and mechanisms of resistance. Vet Res 2001; 32: 201–226.
- Ungemach FR. Einsatz von Antibiotika in der Veterinärmedizin: Konsequenzen und rationaler Umgang. Tierärztl Prax 1999; 27 (G): 335–340.
- Waldmann K-H, Böttner A, Goossens L, Hafez HM, Hartmann K, Kaske M, Kehrenberg C, Kietzmann M, Klarmann D, Klein G, Krabisch P, Kühn T, Luhofer G, Richter A, Schulz B, Schwarz S, Sigge C, Traeder W, Wallmann J, Werckenthin C. Empfehlungen zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik bei Schweinen, Rindern und Geflügel. Dtsch Tierärztebl 2008; 5: 596–609.
- Wallmann J, Kaspar H, Kroker R. Prävalenzdaten zur Antibiotikaempfindlichkeit von bei Rindern und Schweinen isolierten bakteriellen Infektionserregern: Nationales BVL Resistenzmonitoring 2002 /2003. Berl Münch Tierärztl Wschr 2004; 117: 480–492.
- Wallmann J, Schröer U, Kaspar H. Quantitative resistance level (MIC) of bacterial pathogens (*Escherichia coli*, *Pasteurella multocida*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*) isolated from chickens and turkeys: National Resistance Monitoring by the BVL 2004/2005. Berl Münch Tierärztl Wschr 2007; 120: 452–463.

Rezension

Wasserversorgung in der Schweinehaltung. Wasserbedarf – Technik – Management

Die Arbeitsgruppe „Wasserbedarf in der Tierhaltung“ hat eine kurze, übersichtliche Schrift zu diesem Problem herausgegeben. Und dies ist gut so, weil diesem Komplex oft nicht die gebührende Beachtung zugemessen wird. Neben rechtlichen Rahmenbedingungen, Fragen der Wasserqualität und des Bedarfs werden auch Tränkwasseranlagen besprochen und

bildlich dargestellt. Diese Schrift sollten alle in der Bestandsbetreuung tätigen Tierärzte studieren, um so im Rahmen ihrer Tätigkeit auch auf die Bedeutung der richtigen, ausreichenden Wasserversorgung hinzuweisen und Lösungsansätze zu bieten.

Hartwig Bostedt, Gießen

KTBL-Schrift, 60 S., Bestell-Nr. 40082, Darmstadt: Verlag Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. 2009, ISBN 978-3-939371-80-9, € 9,00.