Open Access
DOI 10.2376/0032-681X-17-83
Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe[1], Klinik für Heimtiere, Reptilien und Vögel der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover[2]
Peer-reviewed | Eingegangen: 16.11.2017 | Angenommen: 04.12.2017

Letale Vergiftungen frei laufender Hühner infolge einer Schadnagerbekämpfung mit Brodifacoum

Maren Kummerfeld[1], Norbert Kummerfeld[2]

Korrespondenzadresse: maren.kummerfeld@cvua-mel.de

Zusammenfassung Es wird über einen Fall akut letaler Intoxikationen bei zwei frei laufenden Hühnern nach einer Schadnagerbekämpfung berichtet. Der anamnestische Hinweis darauf ergab sich allerdings erst auf Nachfrage beim Halter der Hennen aufgrund der auffälligen Sektionsbefunde.

Entsprechende Hauptbefunde der Sektion beider gut bemuskelter und gepflegter Hühner waren auffällig rosa gefärbtes Quetschgetreide im körnigen Kropf- bzw. Mageninhalt im Verbund mit hochgradiger Anämie der Brustmuskulatur sowie der Nachweis von großen Mengen nicht geronnenen Blutes in der Leibeshöhle. Pathohistologisch war diese Blutung zu bestätigen.

Nachweise für sonstige infektiöse oder neoplastische Erkrankungen ergaben sich nicht.

Toxikologisch ließen sich mittels Gaschromatografie/Hochdruckflüssigkeitschromatografie-Massenspektrometrie (GC/HPLC-MS)-Tandemverfahren aus Proben (Ingesta, Leber) beider Hühner Gehalte an Brodifacoum im Bereich von 0,7–1,7 mg/kg detektieren. Diese liegen deutlich über den Werten von 0,05–1,2 mg/kg für die Toxizität von Brodifacoum bei anderen Vögeln.

Die Intoxikation durch den Gerinnungshemmer Brodifacoum kann damit als primär ätiologische Todesursache für die von einer massiven Gerinnungsstörung letal betroffenen beiden Hühner gelten.

Schlüsselwörter Hühner, akute Blutung, Vergiftung, Pathologie, Antikoagulans, Cumarin, Brodifacoum, Rodentizide

Fatal intoxication in two free-range chickens after rodent control with Brodifacoum

Summary A case of acute fatal intoxication in two free-range chickens after rodent control is reported. The anamnestic indication of this, however, arose only on request from the holder of the hens due to the conspicuous section findings.

Corresponding main findings of the section of both well-muscled and well-groomed chickens were conspicuous pink colored crushed grain in the granular goiter or stomach contents in combination with high-grade anemia of the chest muscles as well as the detection of large quantities of non-clotted blood in the body cavity. This bleeding was confirmed pathohistologically.

There was no evidence for other infectious or neoplastic diseases.

Toxicologically, levels of Brodifacoum in the range of 0.7–1.7 mg/kg could be detected by gaschomatography/high pressure liquid chromatography-mass spectometry (GC/HPLC-MS) tandem methods from samples (ingesta, liver) of both chickens. These are well above the levels of 0.05–1.2 mg/kg for the toxicity of Brodifacoum in other birds.

The intoxication with the anticoagulant Brodifacoum can thus be regarded as the primary etiological cause of death for the two chickens lethally affected by a massive coagulation disorder.

Keywords poultry, acute bleeding, intoxication, pathology, anticoagulant, Cumarin, Brodifacoum, rodenticide

Einleitung

Intoxikationen von Hühnervögeln durch Rodentizide, die als Wirkstoffe Antikoagulanzien enthalten, zählten bisher zu den eher seltenen Vorfällen in einer tierärztlichen Praxis. Selbst ein solcher konkret im Rahmen eines Nachbarschaftsstreites geäußerter Verdacht erwies sich meist als haltlos, durch Sektion und weiterleitende Laboruntersuchungen (wie Histopathologie, Toxikologie und/oder Erregernachweis/-ausschluss) ließen sich die andersartigen Zusammenhänge zumeist aufklären (Kummerfeld 2015). Hilbrich stellte schon 1978 fest, dass Hühner gegen die klassischen Cumarinderivate der 1. Generation (z. B. Racumin, Bromalin, Coumafuryl) deutlich unempfindlicher sind als Säuger. Erwartungsgemäß finden sich daher Hinweise auf Vergiftungen bei Hühnern durch Rodentizide in älteren Standardwerken zu Geflügelkrankheiten nur spärlich oder wiederholen sich seit Jahren in unveränderter Form (Brown

Abb. 1: Anämische Brustmuskulatur und massive intraabdominale Blutungen (Situs: Huhn 2)

Fotos: Kummerfeld

Abb. 2: Eröffneter Kropf mit rosa gefärbten Getreideflocken

und Julien 2013). Die Toleranz der Hühnervögel gegen Rattengifte dieser ersten Generation, z. B. Warfarin, liegt um den Faktor 100 höher im Vergleich zur Zielgruppe Ratte, zudem ist für den letalen Effekt eine beabsichtigt häufigere Aufnahme erforderlich (Hapke 1975). Bei den modernen Rodentiziden mit Cumarinderivaten der 2. Generation (wie im aktuellen Fall das Brodifacoum) ist dieser Toleranzunterschied jedoch erheblich geringer und die Wirkung kann auch bei Hühnern nach nur einmaliger Aufnahme akut letal ausfallen (Loretti et al. 2007). Zusätzlich spielte in der Vergangenheit die über die vergangenen Jahrzehnte konsequent entwickelte Intensivierung der Nutzgeflügelhaltung eine entscheidende Rolle für die bisher günstige Situation, der Gefahr einer Intoxikation durch Rattengifte zu entgehen, da Köder mit Rodentiziden für das wirtschaftlich gehaltene Geflügel in den geschlossenen Haltungssystemen faktisch unerreichbar waren. So findet man aus der Zeit vor der Intensivhaltung des Geflügels beispielsweise bei Orr (1952) durchaus noch Schilderungen von Vergiftungen durch Rattenköder (damals insbesondere Zinkphosphid) als erhebliches Problem der bäuerlich extensiven Freilandhaltung der Haushühner.

Durch den Einsatz neuer Antikoagulanzien der 2. Generation von Cumarinderivaten (z. B. Difenacoum, Brodifacoum) zur Schadnagerbekämpfung im Verbund mit der wiederentdeckten Freilandhaltung der Hühner hat sich die Situation jetzt wieder erheblich gewandelt. In der Differenzialdiagnostik zu Krankheitsbildern mit Gerinnungsstörungen muss dies bei der tierärztlichen Betreuung von extensiv gehaltenem Geflügel nach dem Vorbericht „Hühnervögel in Freilandhaltung“ und/oder „Schadnagerbekämpfung“ oder verdächtigen pathologischen Befunden zukünftig aufmerksamer berücksichtigt werden.

Fallbeschreibung

Anamnese, Klinik

In einer Gruppe frei laufender adulter Legehühner kam es zeitnah zu einer Aktion zur Bekämpfung von Schadnagern auf einem privaten Grundstück zu letalen akuten Zwischenfällen bei zwei Hennen aus dieser Hühnerschar. Die beiden Tiere wurden überraschend ohne vorherige Krankheitsanzeichen tot aufgefunden. Die weiteren nicht betroffenen Hühner der Gruppe blieben unauffällig. Da letal verlaufende Intoxikationen durch „Rattengift“ bei Haushühnern bisher zu den eher seltenen Vorfällen zählten, stand dieser Verdacht seitens des Halters nicht im Vordergrund und ging deshalb auch nicht als sachdienlicher Hinweis in die Anamnese ein. Nur weil im gleichen Zeitraum in der Region die Geflügelpest grassierte, wurden die Tierkörper der verendeten Hühner zur Feststellung der Todesursache, und insbesondere zum Ausschluss der Influenza A sowie anderer seuchenartig verlaufender Infektionen, dem Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (CVUA) in Münster übergeben. Dort wurden die Hühner pathologisch-morphologisch untersucht.

Abb. 3: Rötliche Getreideflocken im Muskelmagen sowie massive intraabdominale Blutungen und Blutungen in der Magenwand

Abb. 4: Verschiedene Köderboxen für Rodentizide

Fotos: Kummerfeld

Pathologie, Histologie

In der makroskopischen Untersuchung wiesen die beiden eingesandten Legehennen mit einem Gewicht von 1,7 kg (Huhn Nr. 1) und 1,6 kg (Huhn Nr. 2) einen guten Ernährungs- und Bemuskelungszustand auf. Beide Tierkörper zeigten als prominente Befunde eine hochgradige generalisierte Anämie (▶ Abb. 1). Das Gefieder war, wie die Körperoberfläche, ohne besonderen Befund und es gab weder Hinweise auf Verletzungen noch auf Ektoparasiten (z. B. Rote Vogelmilben, Kalkbeinmilben), sodass von einer gut gepflegten Hühnerhaltung ausgegangen werden musste.

Bei beiden Hühnern waren sehr auffällig sowohl im Kropf als auch im Muskelmagen jeweils größere Mengen tierartspezifischer körniger unverdauter Ingesta nachweisbar (▶ Abb. 2 und 3). In der Zölomhöhle beider Legehennen fand sich außerdem in hochgradigem Umfang nicht geronnenes Blut auf der Magen- und Darmserosa sowie auf der Leberoberfläche (▶ Abb. 1 und 3).

Bei Huhn Nr. 2 zeigten sich besonders auffällig in der körnigen Masse im Kropf - und Mageninhalt zahlreiche rosafarbene Getreideflocken. Es lagen bei diesem Tier außerdem hochgradige diffuse Blutungen in der Muskelmagenwand vor (▶ Abb. 2 und 3).

Schließlich konnten aus den Schalendrüsen bei beiden Hennen sogar noch nahezu legereife Eier entwickelt werden. Weitere besondere pathologisch-anatomische Befunde ließen sich an den inneren Organen an keinem der Tierkörper erheben.

Die während der Sektion gewonnenen Organproben wurden in 4%igem Formalin fixiert, in Paraffin eingebettet und nach einer folgenden Hämatoxylin-Eosin(HE)-Färbung lichtmikroskopisch beurteilt. Weiterhin schlossen sich eine bakteriologische Untersuchung mittels aerober Direktkultur inklusive einer Anreicherung auf Salmonellen, eine parasitologische Untersuchung (kombiniertes Sedimentations-Flotationsverfahren) sowie eine virologische Diagnostik zum Nachweis/Ausschluss des Influenzavirus A mittels rRT-PCR (Real-Time Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion) aus einem kombinierten Kloaken-Rachentupfer an.

Da aufgrund der äußerst ähnlichen Sektionsbilder beider Tierkörper der Verdacht auf eine Koagulationsstörung fiel, wurde anamnestisch retrograd das Ausbringen eines Rodentizids vom Hühnerhalter bestätigt. Damit lag als wichtigste Differenzialdiagnose für die Todesursache der Verdacht auf eine Intoxikation durch Rattengift aus der Cumarin-Gruppe vor.

In der pathologisch-histologischen Untersuchung wurden über die makroskopischen Befunde hinausgehend bei Huhn Nr. 1 in der Tunica muscularis mucosae von Drüsen- und Muskelmagen hochgradige, akute, diffuse Blutungen neben geringgradigen, multifokalen, granulomatösen Entzündungen einschließlich dem Auftreten mehrkerniger Riesenzellen nachgewiesen.

Beim zweiten Huhn war eine hochgradige, multifokale, granulomatöse Entzündung der Tunica submucosa und Tunica muscularis

Abb. 5: Blaue Ratron-Paste (Brodifacoum)

Abb. 6: Rosa gefärbte Getreideflocken (Brodifacoum)

Fotos: Kummerfeld

mucosae der Magenwand nachweisbar. Im Parenchym der Leber fand sich eine geringgradige Verfettung.

Weiterhin wiesen beide Hühner histologisch eine geringgradige katarrhalische Darmentzündung auf. An dieser Lokalisation gelang ein Nachweis von intraluminalen Längs- und Querschnitten einzelner Nematoden (vermutlich Ascariden).

Die übrigen Organe blieben bis auf geringgradige akute Stauungshyperämien histologisch ohne besonderen Befund.

Labordiagnostik

Bei einem parasitologischen Erregernachweis wurden mittels kombiniertem Flotations-/Sedimentationsverfahren nur beim Huhn Nr. 1 geringgradig *Capillaria*- und mittelgradig Ascariden-Eier gefunden. Beim zweiten Huhn blieb diese parasitologische Untersuchung negativ. Kokzidien wurden nicht nachgewiesen.

Bakteriologisch-kulturell konnten weder Salmonellen noch andere spezifisch-pathogene Erreger isoliert werden.

Aviäre Influenza A wurde in einer Poolprobe (Kloaken-/Rachentupfer) beider Hühner mittels rRT-PCR nicht nachgewiesen.

Toxikologie

Im Rahmen der diagnostischen Zerlegung wurden nach der Bestätigung des Einsatzes eines Rodentizids im Haltungsbereich von beiden Hühnern auch Proben des rosa gefärbten Getreides als Kropf- und Mageninhalt sowie Gewebe der Leber entnommen, um dem Nachweis der differenzialdiagnostisch sehr wahrscheinlichen Vergiftung mit Gerinnungshemmern nachzugehen und die Zusammenhänge aufzuklären.

Für die toxikologische Diagnostik wurden zwischen 3 und 5 g dieses Untersuchungsmaterials eingewogen, mit Acetonitril versetzt, homogenisiert und zentrifugiert. Das Probenmaterial wurde schließlich zur Entfettung nachts bei −20 °C gefroren und danach ein messfertiges Aliquot über einen Membranfilter filtriert. Diese Probe konnte dann zunächst als Suchtest mittels hochauflösender Massenspektrometrie (liquid chromatography/high resolution mass spectrometry, LC-HRMS; gas chromatography/high resolution mass spectrometry, GC-HRMS) durchgemessen werden. Nachdem sich über auffällige Peaks der differenzialdiagnostische Verdacht auf Cumarinderivate in den Proben bestätigt hatte, wurde mit einem GC/HPLC-MS-Tandemverfahren der Gehalt als Brodifacoum spezifiziert und quantifiziert.

Im Ergebnis konnten mit dieser Methode bei Huhn Nr. 1 aus dem Mageninhalt 0,7 mg/kg und aus der Leber 1,2 mg/kg Brodifacoum detektiert werden. Aus dem Kropfinhalt von Huhn Nr. 2 ließen sich 1,7 mg/kg und aus der Leber 1,3 mg/kg des gleichen Gerinnungshemmers Brodifacoum nachweisen. Damit war über die Toxikologie der Vergiftungsverdacht aus der Pathologie als Todesursache bestätigt.

Fazit für die Praxis

Bei plötzlichen Todesfällen von vorher augenscheinlich gesunden Hühnern aus der Freilandhaltung sollte die Anamnese immer auch mögliche Schadnagerbekämpfungen berücksichtigen. Vergiftungen mit Cumarinderivaten der 2. Generation, z. B. Brodifacoum, werden in Zukunft wahrscheinlicher, da einerseits die toxikologische Potenz der modernen Rodentizide erheblich gestiegen ist und anderseits die Rückkehr zur Haltung des Geflügels im Freilauf den Tieren einen Zugriff auf die Köder ermöglicht. Die klinische wie die pathologische Differenzialdiagnostik muss Intoxikationen durch Cumarine jetzt auch bei Hühnern (und anderen Haus- und Wildtieren) in Betracht ziehen. Den Geflügelhaltern ist prophylaktisch mit Nachdruck zu empfehlen, Köder mit Rodentiziden konsequent sicher und nur in Köderboxen auszulegen.

Diskussion

Der vorliegend beschriebene Fall einer Intoxikation von Hühnern im Freiland nach Ausbringung eines Rodentizids mit dem Wirkstoff Brodifacoum lässt sich vor allem auf eine fahrlässige Handhabung bei der Auslegung der Köder zurückführen, d. h. das Geflügel muss ungehinderten Zugang zu den Giftködern in der für die Hühner attraktiven Form von Getreideflocken gehabt haben. Solche Köder sollten zur Schadensvermeidung eigentlich schon immer sicher vor dem Zugriff des Geflügels sowie auch anderer Haus- und Wildtiere abgedeckt werden, da Vergiftungen bei diesen Tieren zwar selten, aber nicht unmöglich waren (Cioloca et al. 1972, Eason et al. 2002). Dazu werden beispielsweise kommerziell verschiedene Köderboxen angeboten (▶ Abb. 4). Der fatale Verlauf der hier beschriebenen akuten Vergiftung mehrerer Hühner innerhalb kurzer Zeit ist darüber hinaus aber auch der erheblich gesteigerten toxikologischen Potenz des eingesetzten Antikoagulans Brodifacoum geschuldet.

Letal verlaufende Intoxikationen durch „klassisches Rattengift" traten beim Geflügel in der zurückliegenden Zeit selten auf und finden sich deshalb auch nur vereinzelt als Fallberichte für Freilaufhühner (Muktha und Krishnakumari 1986, Munger et al. 1993). Für das intensiv gehaltene Nutzgeflügel ist kein Fall beschrieben, da diesen Tieren kein Zugang zu Giftködern möglich war. Begründen lassen sich die früher äußerst seltenen Fälle auch damit, dass Hühner eine um Faktor 100 höhere Toleranz im Vergleich zu Säugern (z. B. Ratten, Hunden) gegenüber den älteren Gerinnungshemmern wie Warfarin haben (Hapke 1975). Zudem mussten Stoffe wie beispielsweise das Warfarin kontinuierlich über einen längeren Zeitraum aufgenommen werden, um zur letalen Koagulationsstörung zu führen. Die Rodentizide der 2. Generation von Cumarinderivaten haben eine bedeutend höhere toxische Potenz, verbunden mit einer erheblich verlängerten Ausscheidungszeit – bei Hunden 15 Stunden (1. Generation) gegen 5 Tage (2. Generation) (Nägeli 2016). Entsprechend vergleichende Angaben zu Hühnern finden sich in der Literatur nicht. Dieser geänderte pharmakokinetische Effekt könnte gegebenenfalls auch im Rahmen einer forensischen Diagnostik in unklaren Fällen unter dem Bild von Gerinnungsstörungen Bedeutung erlangen, da gegenüber vorher ein längeres Zeitfenster für den absichernden Toxinnachweis bleibt. Moderne Cumarinderivate sollen schon nach einmaliger Aufnahme akut zu letalen Vergiftungen führen, um der ständig zunehmenden Resistenzbildung gegen klassische Cumarine bei den zu bekämpfenden Nagern wirkungsvoll zu begegnen (Nägeli 2016).

Auch im vorliegenden Fall wiesen die im Rahmen der bewährten Diagnostikstrategie bei akutem Vergiftungsverdacht erhobenen Sektionsbefunde an den gut ernährten und gepflegten Hennen im Verbund mit der verdächtigen Körnerfüllung im Verdauungstrakt zunächst auf ein akutes Krankheitsgeschehen unter dem Verdacht einer Intoxikation hin. Ergänzend waren die systematische pathologisch-anatomische Zerlegung mit folgender pathologisch-histologischer Befunderhebung von besonderem Wert, da nur durch die Erhebung dieser prominenten Befunde ein begründeter Verdacht auf Antikoagulanzia als Ursache für die Todesfälle fiel. Nach Bestätigung dieser speziellen Situation in der nachgefragten Anamnese war dann mit moderner toxikologischer Diagnostik (Massenspektrometrie) das verursachende Antikoagulum (Brodifacoum) quantitativ zu erfassen. Die zusätzlich pathologisch-histologisch festgestellten granulomatösen Entzündungen in Drüsen- bzw. Muskelmagenwand beider Hühner sind im Zusammenhang mit Wanderungen von Endoparasiten, insbesondere Ascariden, zu interpretieren und in diesem Fall als Nebenbefund zu sehen. Ein geringgradiger Befall mit Endoparasiten ist als Normalbefund bei frei laufendem Geflügel bekannt (Moerke-Schindler et al. 2017).

Die in der Leber abschließend detektierten Werte mit 1,2 bzw. 1,3 mg/kg für das Brodifacoum liegen deutlich über der bereits als toxisch nachgewiesenen Dosis von 0,05–1,2 mg/kg für andere Vögel (Eason et al. 2002). Die Diagnose als Vergiftung mit Brodifacoum war damit gesichert.

Die akute Toxizität (LD_{50}) von Brodifacoum wird innerhalb der Klasse Aves relativ breit gestreut zwischen 0,75 und 20 mg/kg angegeben (Eason et al. 2002). Das Haushuhn (*Gallus gallus*) zeigt sich als eine relativ empfindliche Spezies gegenüber Brodifacoum, sodass in der Differenzialdiagnostik beim pathologischen Bild mit inneren Blutungen/Koagulationsstörungen neben äußeren Traumata und Infektionserkrankungen wie CAA (chicken anaemia agent), infektiöser Laryngotracheitis, Geflügelpest oder Newcastle Disease bei Geflügel aus der Freilandhaltung jetzt auch an Intoxikationen mit modernen Cumarinderivaten zu denken ist (Loretti et al. 2007). Es ist darüber hinaus in dieser besonderen Situation, wie auch im vorliegenden Fall, besonders hervorzuheben, dass Hinweise auf Rodentizide im Begleitbericht fehlen können und entsprechend nachgefragt werden müssen. Es gilt aber auch die Gegenthese, dass ein anamnestisch konkret geäußerter Vergiftungsverdacht (z. B. bei einem Nachbarschaftsstreit) bei Geflügel mittels „Rattengift" sehr ernst genommen und mit hoher Präferenz in der Differenzialdiagnostik bearbeitet werden sollte. Die Anamnese muss jetzt immer die Fragen zur Haltungsart verdächtiger Hühnervögel sowie zu möglichen zeitnahen Schadnagerbekämpfungen bei auffallenden Krankheitsbildern besonders berücksichtigen. In der zur Klärung

unumgänglichen Sektion ist vor allem zu beachten, dass Brodifacoum-Köder sowohl als blaue Paste als auch rosa eingefärbte Getreideflocken im Verdauungstrakt betroffener Tiere vorliegen können (▶ Abb. 5 und 6). Diese neue diagnostische Situation stellt sich dabei nicht nur für das Haushuhn selbst, sondern auch für andere Hühnervögel, z. B. den Pfau, sowie über Sekundärvergiftungen sogar für Aasfresser wie Milane (Eason et al. 2001, Hänel 2013, Shivaprasad und Galey 2001). Beim Ausbringen der Köder ist außerdem besonders zu bedenken, dass viele Hühnervögel mit ihrem relativ langen Hals auch in der Lage sind, attraktive Getreideflocken aus einer Köderbox herauszupicken, sobald sie das vermeintliche Futter erblicken. Die Rodentizide müssen deshalb für die Hühnervögel immer unsichtbar und sicher unerreichbar ausgelegt werden (Shivaprasad und Galey 2001). Darüber hinaus sind nicht nur Vögel von der möglichen Intoxikation betroffen, sondern auch Säugetiere wie Hund und Katze sowie daneben sogar Pferde (Ayala et al. 2007, Nägeli 2016). Zur sicheren Vermeidung der Sekundärintoxikationen bei aasfressenden Vögeln (aber auch Hunden oder Katzen) sind an Brodifacoum verendete Schadnager umgehend einzusammeln und sicher zu entsorgen (Eason et al. 2012).

Ein effektiver Schutz vor der Vergiftung mit Brodifacoum oder anderen modernen Cumarinderivaten ist in der Praxis sowohl für die gefährdeten Haustiere als auch für Wildvögel nur nach verlässlichen prophylaktischen Sicherungsmaßnahmen während der Anwendung des Rodentizids zu gewährleisten (eine ausreichende Zeit für den effektiven therapeutischen Einsatz des Antidots Vitamin K_1 wird in den meisten Fällen nicht mehr gegeben sein) (Nägeli 2016). Das Abdecken der Rodentizid-Köder unter nur für Nager zugänglichen Kisten oder in geeigneten Köderboxen (▶ Abb. 4) erscheint daher zwingend erforderlich.

Danksagung

Für die Durchführung der toxikologischen Untersuchung bedanken sich die Autoren bei den Mitarbeitern der Lebensmitteltoxikologie des CVUA-MEL, insbesondere Dr. Jochen Schlösser.

Conflict of interest

Die Autoren erklären, dass keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderweitigen Interessen an einem Produkt oder einer Firma bestehen, welche die in dieser Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflussen können.

Literatur

Ayala I, Rodriguez MJ, Martos N, Zilberschtein J, Ruiz, Motas M (2007): Fatal brodifacoum poisoning in a pony. Can Vet J 48: 627–629.

Brown TP, Julian R (2013): Other toxins and poisons – Warfarin, Brodifacoum, Diphacinone. In: Swayne DE (ed.), Diseases of Poultry. 13th ed. Iowa State Press, Ames, Iowa, 1301.

Cioloca T, Marschang F, Paul W, Mandache T (1972): Bemerkungen zur Warfarinvergiftung bei Schweinen, Schafen und Wildvögeln. Dtsch Tierärztl Wochenschr 79: 37–39.

Eason CT, Murphy EC, Wright GRG, Spurr EB (2002): Assessment of Risks of Brodifacoum to Non-target Birds and Mammals in New Zealand. Ecotoxicol 11: 35–48.

Hänel A (2013): Todesursachen bei heimischen Wildvögeln. Bericht Chemisches u. Veterinäruntersuchungsamt, Stuttgart.

Hapke HJ (Hrsg.) (1975): Pestitide (Teil VI) – 112. Coumarolderivate. In: Toxikologie für Veterinärmediziner. Enke, Stuttgart, 366–370.

Hilbrich P (Hrsg.) (1978): Vergiftung durch Chemikalien (E) – 10. Cumarindervate. In: Krankheiten des Geflügels. Verlag Hermann Kühn, Villingen, 282.

Kummerfeld N (2015): Hühnervögel (Kap. 18) – Cumarinvergiftung (18.14.3). In: Gabrisch K, Zwart P (Hrsg.), Krankheiten der Heimtiere. 8. Aufl. Schluetersche, Hannover, 731.

Loretti AP, Puschner B, Barr BC (2007): Brodifacoum poisioning in backyard chickens. AAVLD Annual Conference Proceedings, Reno, NV, 188.

Moerke-Schindler T, Schmidt V, Krautwald-Junghanns ME (2017): Zum Vorkommen von parasitären und bakteriellen Infektionserregern bei klinisch gesunden Rassehühnern in der Region Leipzig. Berl Münch Tierärztl Wochenschr 130: 395–403.

Muktha Bai K, Krishnakumari MK (1986): Acute oral toxicity of Warfarin to Poultry, *Gallus domesticus*: A non-target species. Bull Environ Contam Toxicol 37: 544–549.

Munger IL, Su JJ, Barnes HJ (1993): Coumafuryl (Furamin) toxicity in chicks. Avian Dis 73: 622–624.

Nägeli H (2016): Toxikologie – Rodentizide – Cumarinderivate (Kap. 22.8.3.). In: Löscher W, Richter A (Hrsg.), Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. 4. Aufl. Enke, Stuttgart, 597–599.

Orr AB (1952): Poisoning in domestic animals and birds – an analysis of 360 consecutive cases. Vet Rec 64: 339–343.

Shivaprasad HL, Galey F (2001): Diphacinone and zinc phosphide toxicity in a flock of peafowl. Avian Pathol 30: 599–603.

Maren Kummerfeld

Dr. med. vet., FTÄ für Pathologie. Studium der Veterinärmedizin in Hannover (1999–2005). Anschließend tätig als wissenschaftliche Angestellte und Doktorandin am Institut für Pathologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (2005–2011). Promotion zum Thema „Virusausbreitung bei der murinen Theiler-Enzephalomyelitis (TME) von experimentell infizierten Mäusen“ (2010). Fachtierärztin für Pathologie seit 2011. Pathologin bei IXEXX Diavet in der Schweiz von 2011–2015. Seit 2015 tätig als Pathologin in der Diagnostik des CVUA-MEL (Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe) in Münster.

Korrespondenzadresse:
Dr. Maren Kummerfeld, Joseph-König-Str. 40, 48147 Münster, maren.kummerfeld@cvua-mel.de

Foto: Privat