

Tierversuche im Kontext von One Health

Gedanken zur Überwindung von Grenzen

BTK-Ausschuss für Versuchstierkunde*

* in alphabetischer Reihenfolge:

Prof. Dr. habil. Christine Baumgartner, Leitung Zentrum für Präklinische Forschung, School of Medicine and Health der Technischen Universität München, Klinikum r. d. Isar der TU München

Univ.-Prof. Stephanie Krämer, Professur für Versuchstierkunde und Tierschutz & ICAR3R – Interdisciplinary Center for Animal Welfare Research and 3R, JLU Gießen

Prof. Dr. habil. Petra Reinhold, PhD, Jena

Prof. Dr. Martin Rosenbruch, Düsseldorf

Univ.-Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke, Tierschutzbeauftragte Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde, FU Berlin

Vor dem Hintergrund des One Health-Ansatzes, der den Schutz von Menschen, Tieren und der Natur gleichermaßen verfolgt, wird die Debatte um Tierversuche in einem neuen Zusammenhang geführt und deren Unerlässlichkeit auf den Prüfstand gestellt. Die Versuchstierkunde ist ein unverzichtbares Bindeglied zwischen tierischer und menschlicher Gesundheit. Sie erfüllt darüber hinaus par excellence die an den tierärztlichen Beruf geknüpften Anforderungen. Nach der Muster-Berufsordnung der Tierärzteschaft sind Tierärzte berufen, „Leiden und Krankheiten der Tiere zu verhüten, zu lindern und zu heilen“, aber auch Menschen vor Gefahren und Schädigungen durch Tierkrankheiten zu schützen [1]. Inwieweit Tierversuche zur Erfüllung dieser Forderungen unerlässlich sind – oder auch nicht – und welche zentrale Bedeutung dabei dem Fachgebiet Versuchstierkunde zukommt, soll im Folgenden vor dem Hintergrund des One Health-Forschungsansatzes beleuchtet werden.

Tierversuche heute – brauchen wir das (noch)?

Die Frage nach dem Heute ist diejenige nach dem zeitlichen Standpunkt, von dem aus gehandelt und geurteilt wird, mit dem Blick zurück und dem Blick voraus. (Mathias Mayer)

Kaum ein Satz beschreibt die Dynamik im Umgang mit Tierversuchen wohl derart zutreffend. Schon immer wurde die Nutzung von Tieren zum Erlangen eines wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns kontrovers diskutiert. Viele biologische, physiologische und pathologische Phänomene in der Human-, aber auch der Veterinärmedizin konnten anhand von Tierversuchen erklärt werden. Mit Einführung des 3R-Konzepts als Goldstandard in der biomedizinischen Forschung stellt sich allerdings die Frage, ob die gegenwärtige Nutzung von Versuchstieren im Sinne des Ersatzes von Tierversuchen durch Alternativverfahren noch unerlässlich ist.

In ihrem Buch „The Principle of Humane Experimental Technique“ beschrieben William Russell und Rex Burch 1959 [2] erstmals das 3R-Prinzip mit dem Ziel, Tierversuche zu vermeiden (**Replace**), die Zahl der in Tierversuchen eingesetzten Tiere zu reduzieren (**Reduce**) und die Belastungen der Tiere in Versuchen auf das unerlässliche Maß zu beschränken (**Refine**). Dieses Prinzip ist im Jahr 2010 mit der Richtlinie 2010/63/EU in europäisches Recht aufgenommen worden und national seit 2013 in die verschiedenen Novellierungen des Deutschen Tierschutzgesetzes sowie der Tierschutz-Versuchstierverordnung eingegangen [3–5]. **Replacement** bezieht sich auf den Ersatz von Tierversuchen, z. B. durch in-silico-Modelle, Zellkulturen, Organoide oder Human-on-a-Chip. **Reduction** bedeutet, dass durch gutes Studiendesign im Vorfeld eines

Versuchs die Anzahl der Tiere auf das unerlässliche Maß begrenzt wird. **Refinement** umfasst alle Methoden, die zu einer Verminderung der Belastung der Tiere im Versuch beitragen.

Das übergeordnete R ist die Verantwortung (**Responsibility**); diese findet sich im § 1 des Deutschen Tierschutzgesetzes (TierSchG) „... aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen“ sowie in der Grundsatzerklärung zu Tierversuchen der Max-Planck-Gesellschaft, dem sog. White Paper. Tierschutz ist eine kollektive Aufgabe der Gesellschaft, wobei Tierärzte aufgrund ihrer Fachkompetenz und hoheitlichen Aufgaben eine besondere Rolle übernehmen.

Der Begriff One Health mag neu erscheinen, seine Inhalte sind jedoch so alt wie die Menschheit selbst. Dass die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen miteinander verknüpft und voneinander abhängig ist, ist lange bekannt. Neu sind die Herausforderungen der heutigen Zeit: globaler Handel und Reiseverkehr, immer engeres Zusammenleben von Mensch und Tier, Klimawandel mit globaler Erwärmung, schnelles Bevölkerungswachstum und die damit einhergehende Erschließung neuer Lebensräume oder neuartiger Lebensmittel. Eine der Konsequenzen dieser Entwicklungen besteht darin, dass Krankheitserreger und Vektoren in andere Regionen der Erde vordringen, Speziesgrenzen überwinden und sich an neue Wirte anpassen. Stammten traditionell ca. 60 Prozent der für Menschen pathogenen Erreger von domestizierten oder wildlebenden Tieren, so haben heute 75 Prozent der Infektionskrankheiten des Menschen einen tierischen Ursprung [6]. Das Risiko für neue und neuartige Infektionen wächst und betrifft keineswegs nur Menschen. Pathogene können auch durch Menschen auf Haus-, Nutz- oder Wildtiere übertragen werden und deren Gesundheit bzw. das Ökosystem gefährden. Neben Infektionskrankheiten gibt es zahlreiche weitere Erkrankungen, wie Tumore, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, orthopädische Probleme oder neuerdings auch „Lifestyle“-assoziierte gesundheitliche Beeinträchtigungen (Adipositas, Obesitas, metabolisches Syndrom, Diabetes mellitus Typ 2 und entsprechende Komorbiditäten, Allergien u. v. m.), die nicht nur Menschen betreffen, sondern gleichermaßen bei Tieren vorkommen. Bei der Analyse dieser Entwicklungen wird deutlich, dass die traditionellen Grenzen zwischen Human- und Veterinärmedizin überholt sind und ein gemeinsames Konzept im Sinne von „One Medicine – One Science“ vonnöten ist.

Zoonosen – die Gefahr für Mensch und Tier

Zoonosen beinhalten ein bedeutsames Gefährdungspotenzial für Mensch und Tier. Ein Blick zurück zeigt, dass in fast regelmäßigen Abständen

wellenartige Ausbrüche von Infektionskrankheiten beim Menschen in engem Zusammenhang zu Infektionserregern aus dem Tierreich stehen. Der Zoonose Forschungsverbund benennt u. a. exemplarisch SARS (2002/2003), Vogelgrippe H5N1, (2005/2006), Schweinegrippe H1N1 (2009), EHEC (2011) oder MERS-CoV (2013). Das jüngste Beispiel einer Infektionskrankheit beim Menschen mit vermutetem zoonotischen Charakter ist die „Coronavirus Disease 2019“ (COVID-19)-Pandemie, ausgelöst durch das „severe-acute-respiratory-syndrome-coronavirus-2“ (SARS-CoV-2). Allen war gemein, dass sie plötzlich und unvorhergesehen auftraten und die Erreger in den meisten Fällen bis dato unbekannt waren.

Gegenwärtig sind mehr als 200 Zoonosen bekannt, die von Bakterien, Viren, Parasiten, Pilzen oder Prionen verursacht und wechselseitig zwischen Tieren und Menschen übertragen werden können. Eine Übertragung kann entweder durch direkten Kontakt oder über Vektoren (z. B. Zecken, Mücken) oder über Lebensmittel erfolgen. Insbesondere der Klimawandel, aber auch globaler Handel und Tourismus begünstigen, dass blutsaugende Arthropoden (Stechmücken, Gnitzen, Zecken, Sandfliegen etc.) in neue Territorien expandieren. Als Folgeerscheinung haben durch Vektoren übertragene Pathogene (meist Viren) neue Verbreitungsgebiete erreicht und die dadurch ausgelösten Erkrankungen in den letzten Dekaden zugenommen. Beispiele hierfür sind: Dengue-, Gelbfieber-, Zika-, West-Nil- oder das Japanische Enzephalitis-Virus. All diese Viren können sowohl auf Menschen als auch auf empfängliche Tiere übergehen und es besteht die berechtigte Sorge, dass ihre Bedeutung in naher Zukunft zunimmt. Darüber hinaus sind in jüngster Zeit neue Viruserkrankungen aufgetreten, die einheimische Tierbestände bedrohen (z. B. das Schmallenberg- und Blauzungenvirus, Afrikanische Schweinepest, Afrikanische Pferdepest).

Wann immer bislang wenig bekannte Infektionen Menschen oder Tiere bedrohen, sind Forschungsarbeiten nötig, zu denen auch Tiermodelle gehören. Zur Erfüllung der Henle-Koch-Postulate gehört auch die Reproduktion der Erkrankung im Infektionsversuch. Zur Entwicklung wirksamer Prophylaxe- und Bekämpfungsstrategien müssen zunächst die Interaktionen zwischen Erreger und Wirt (Replikationskapazität, zellulärer Tropismus etc.) sowie die Pathogenitäts- und Transmissionsmechanismen verstanden werden. Finale Wirksamkeitsprüfungen von Medikamenten oder Impfstoffen können schlussendlich nur im intakten Organismus erfolgen.

Für Erkrankungen der Tiere ist es ein Vorteil, im homologen Modell arbeiten zu können. Das heißt, die Tierart, für die Bekämpfungsstrategien entwickelt werden, ist zugleich die Modelltierart, aus der Zellen, Gewebe und Organe gewonnen werden, wobei vereinzelt auch intakte Organismen zu untersuchen sind. Die Ergebnisse sind somit biologisch relevant und direkt übertragbar (Forschung an Tieren für Tiere).

In der Humanmedizin ist es kaum oder gar nicht möglich, eine Erkrankung experimentell zu induzieren. Wohl wissend, dass kein Tiermodell die Bedingungen im menschlichen Organismus perfekt replizieren kann, sollte es Anspruch und Verpflichtung sein, die der Fragestellung angemessensten Tiermodelle auszuwählen und die Tierversuche so durchzuführen, dass die Ergebnisse im Sinne translationaler Forschung für Menschen relevant sind.

Wenn ein neuartiger oder zuvor unerkannter Erreger beim Menschen auftritt, stellt sich für Tierärzte immer die Frage, ob für Tiere, die im engen Kontakt mit Menschen leben, eine Gefahr durch anthropozoonotische Infektionen (von Menschen zum Tier übertragene Pathogene) besteht. Es gilt zu klären: 1. in welchem Maße die Gesundheit welcher Tierarten bedroht ist, wenn Kontakt zu infizierten Menschen besteht, 2. welche Pathomechanismen der Erreger in welcher Tierart induziert und 3. inwieweit infizierte Tiere wiederum Infektionsquellen für Menschen oder andere Tiere sein können. Um diese Fragen zu klären, sind Untersuchungen mit und an Tieren unumgänglich.

So war es auch bezüglich SARS-CoV-2. Im Zusammenhang mit dem durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ausgerufenen Pandemie-

status und ersten internationalen Berichten über den Nachweis des Erregers bei Tieren wurden tierexperimentelle Studien zur Empfänglichkeit von landwirtschaftlichen Nutztieren und Haustieren durchgeführt [7]. Ein aktueller Überblick zum Vorkommen und der Empfänglichkeit verschiedener Spezies findet sich auf den Internetseiten der World Organisation for Animal Health (WOAH – Welt-Tiergesundheitsorganisation).

Anhand von Tierversuchen wurden so wesentliche Erkenntnisse für eine Risikobewertung des Zusammenlebens von Menschen und Tieren gewonnen. In der Konsequenz wurde in Deutschland die Meldepflicht für Infektionen von Tieren mit dem neuartigen Coronavirus SARS-CoV-2 eingeführt [8]. COVID-19 hat in einem nie zuvor bekannten Ausmaß verdeutlicht, wie essenziell Disziplin-übergreifende Forschungsaktivitäten unter Einbeziehung von Menschen, Tieren und Umwelt sind.

Tierseuchen und wirtschaftlich bedeutsame Tierkrankheiten

Aktuelles Beispiel für eine Tierseuche mit erheblichem Forschungsbedarf ist die Afrikanische Schweinepest (ASP), deren Vorkommen ursprünglich auf Afrika begrenzt war. In den afrikanischen Ursprungsländern übertragen Lederzecken das Virus der ASP. Diese spielen in Mitteleuropa keine Rolle. Nachdem die ASP 2007 nach Georgien eingeschleppt worden war und sich von dort in die Nachbarländer ausgebreitet hatte, trat sie 2014 erstmals in den baltischen Staaten und Polen auf. In Deutschland wurde die ASP dann 2020 festgestellt.

Die anzeigepflichtige Tierseuche betrifft Haus- und Wildschweine. Auch wenn der Mensch durch das ASP-Virus nicht gefährdet ist, so trägt er doch – durch Unkenntnis oder Gleichgültigkeit – zur Verbreitung von Infektionen bei (unkontrollierter Tierhandel, Verbringen von Lebensmitteln porziner Herkunft in andere Länder oder an für Wildschweine zugängliche Orte, kontaminierte Gegenstände inkl. Jagdwaffen). Hauptinfektionsquelle in der Wildschweinpopulation ist allerdings der direkte Kontakt mit infizierten Tieren oder Kadavern. Entscheidende Erkenntnisse zur Pathogenese und zum Verlauf der Infektion, zur klinischen Symptomatik, Entwicklung und Wirksamkeitstestung möglicher Impfstoffe und zu Bekämpfungsmaßnahmen resultieren aus Tierexperimenten an Wild- und Hausschweinen, also aus der Forschung an Tieren für Tiere derselben Spezies [9].

Neben anzeigepflichtigen Tierseuchen gibt es zahlreiche meldepflichtige Tierkrankheiten, die ebenfalls in der Komplexität von Tier – Umwelt – Mensch zu betrachten sind. Als Beispiel sei die Paratuberkulose, auch „Johne'sche Krankheit“ genannt – eine durch *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* (MAP) hervorgerufene, chronisch entzündliche Darmerkrankung, die vorwiegend bei Wiederkäuern auftritt. Eine Besonderheit dieser Erkrankung ist, dass die Inkubationszeit mehrere Jahre beträgt. Jungtiere nehmen den Erreger auf und bleiben über Monate bis Jahre klinisch unauffällig, bevor sie in der letzten Phase der Erkrankung klinische Symptome entwickeln (Durchfall, Abmagerung). Bereits vor dem Auftreten klinischer Symptome wird der Erreger über den Kot ausgeschieden, gelangt so in die Umwelt und kann Infektionsquelle für weitere Tiere sein. Die Paratuberkulose wird über den Handel mit scheinbar gesunden, jedoch infizierten Tieren verbreitet. In Milchviehbeständen führt die Paratuberkulose zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten. Der Zoonosecharakter der Erkrankung ist umstritten; eine Bedeutung von MAP in der Pathogenese von *Morbus Crohn*, einer chronisch-entzündlichen Darmerkrankung des Menschen, wird diskutiert. Die Paratuberkulose kann jedoch sicher als ökonomisch bedeutsame Erkrankung eingestuft werden. Eine Früherkennung wäre dringend notwendig, um Infektionsketten zu unterbrechen und den Handel mit infizierten Tieren zu unterbinden.

In diversen Forschungsprojekten wurden Strategien zur Frühdiagnostik von MAP-Infektionen erarbeitet [10, 11]. Die Untersuchungen erfolgten an natürlich infizierten Wiederkäuern in der landwirtschaftlichen Praxis sowie an experimentell infizierten Wiederkäuern. Es war unum-

gänglich, Wiederkäufer mit dem Erreger zu inokulieren, um definierte Zeitpunkte nach Kontakt zum Erreger bearbeiten zu können. In landwirtschaftlichen Rinder- und Ziegenbeständen wurden Kotproben und Ausatemluft (Abb. 1) infizierter Tiere untersucht, um Biomarker einer frühen MAP-Infektion zu identifizieren. Beide wissenschaftlichen Ansätze, der Infektionsversuch unter kontrollierten Bedingungen wie auch die Probenahmen in der landwirtschaftlichen Praxis für wissenschaftliche Zwecke, sind entsprechend der geltenden Gesetzeslage Tierversuche.



© A. Kläser

Abb. 1: Die Gewinnung biologischer Proben (hier: Ausatemluft) von Tieren in landwirtschaftlichen Betrieben ist ein genehmigungspflichtiger Tierversuch, da ein wissenschaftlicher Zweck verfolgt wird

Atypische Erreger mit eventuell zoonotischem Potenzial – am Beispiel Chlamydien

Jüngere Untersuchungen zu Chlamydien zeigen eindrucksvoll, dass es nur durch das Einbeziehen biologisch relevanter, komplexer Tiermodelle möglich war, die Bedeutung sogenannter „atypischer Pathogene“ aufzuklären und daraus allgemeingültige Schlussfolgerungen zu ziehen.

Chlamydia (C.) psittaci ist ein seit Langem bekannter Zoonoseerreger, der die Ornithose oder Psittakose (Papageienkrankheit) auslöst, wenn er von Vögeln oder Papageien (artigen) auf Menschen übertragen wird. Die Infektion kann beim Vogel klinisch unerkannt bleiben, beim Menschen hingegen Atemwegserkrankungen mit schwerem bis tödlichem Verlauf induzieren.

Mit verfeinerten molekularbiologischen Verfahren wurde *C. psittaci* vermehrt in Rinderbeständen nachgewiesen. Die pathogenetische Bedeutung der Befunde war zunächst unklar. Im nationalen Forschungsverbund „Zoonotische Chlamydien – Modelle für chronische und persistente Infektionen bei Mensch und Tier“ konnten die Erreger-Wirt-Interaktionen jedoch aufgeklärt werden. Die Grundlagen wurden in in-vitro-Modellen bearbeitet, für klinische Fragen war aber auch hier das homologe Tiermodell (Kalb) unverzichtbar. Die Erkenntnisse zu den molekularen Grundlagen der Pathogenese, zur Komplexität der Pathophysiologie und zu den systemischen Konsequenzen der Infektion, zur Antigenpräsentation und Immunantwort sowie zu den Ausscheidungs- und Übertragungsmechanismen haben wesentlich zum Verständnis dieser Infektion im Sinne von One Health beigetragen [12].

Entwicklung von Wirkstoffen für Menschen und Tiere

Auch bei der Entwicklung von Arznei- und Pflanzenschutzmitteln sowie in der Risikoabschätzung für Chemikalien kann derzeit noch nicht vollständig auf Tierversuche verzichtet werden. In frühen Stadien der präklinischen Entwicklung werden zahlreiche in-vitro-Tests zur Charak-

terisierung der Substanzen und ihrer Eigenschaften durchgeführt. Um die Interaktionen verschiedener Organsysteme mit den aussichtsreichsten Verbindungen zu untersuchen und Informationen für die weitere Entwicklung, auch für die klinische Entwicklung am Menschen, zu bekommen, werden von den Unternehmen der Pharma- und Chemieindustrie Tierversuche durchgeführt. Dabei handelt es sich überwiegend um Versuche, die seitens der staatlichen und meist internationalen Überwachungs- und Genehmigungsbehörden (z. B. OECD, EMA, FDA)¹ gesetzlich vorgeschrieben sind. Aufbau und Ablauf dieser Untersuchungen erfolgen häufig in Absprache mit diesen Behörden.

Grundsätzlich ist zwischen Fragestellungen zur Wirksamkeit, z. B. von Arzneimitteln, und der Verträglichkeit der Entwicklungssubstanzen (Pharmaka, Chemikalien) zu unterscheiden. Untersuchungen zur Wirksamkeit erfolgen häufig im Tiermodell, die Verträglichkeitsuntersuchungen im Rahmen toxikologischer Fragestellungen dienen der Erkennung und Bewertung unerwünschter Ereignisse. Als Versuchstiere werden meist Nager (Ratte, Maus) und – wenn vorgeschrieben – auch Nichtnager (überwiegend Hunde) eingesetzt. Diese Tiere stammen aus kontrollierten Versuchstierzuchten und werden kontinuierlich tierärztlich überwacht.

Komparative Medizin – das Prinzip der Tandemforschung

„Alles hängt mit allem zusammen“ – eine traditionelle Erkenntnis, die auch die moderne Forschung betrifft: Zusätzlich zu Tierversuchen und den neuen Alternativmethoden – z. B. Organoiden und Künstliche Intelligenz (KI) – sieht die Wissenschaft in der komparativen Medizin einen weiteren entscheidenden Weg. Krankheitsmechanismen, die traditionell für Mensch und Tier getrennt erforscht wurden, können durch den interdisziplinären Austausch zwischen Human- und Veterinärmedizin schneller und zuverlässiger geklärt werden. So lassen sich Fortschritte für die Gesundheit aller erbringen. Die komparative Medizin trifft Erkenntnisse über Krankheiten nicht durch Versuche in experimentellen Modellen, sondern durch die gezielte Behandlung von natürlich erkrankten Haus- und Nutztieren, deren Ergebnisse dokumentiert werden und in die Forschung und Therapie der Human- sowie Veterinärmedizin gleichermaßen einfließen. Krankheiten von Human- und Tierpatienten werden im Sinne des One Health-Ansatzes miteinander verglichen. Die Win-Win-Situation liegt auf der Hand: Forschende der Human- und der Veterinärmedizin können bei der Entwicklung von Therapien auf kliniknahe Erfahrungen beider Seiten zurückgreifen [13].

Eines der erfolgreichsten Beispiele einer klinisch-komparativen (onkologischen) Studie ist der Tyrosinkinaseinhibitor Toceranibphosphat, der an Hundekrebspatienten mit rezidivierenden Mastzelltumoren getestet wurde und hier eine signifikante Wirkung in Bezug auf das Gesamtansprechen der Tumore und der Zeit bis zur Tumorprogression zeigte. Dies führte schließlich zur Zulassung von Toceranibphosphat zur Therapie von Mastzelltumoren bei Hunden und zur Zulassung eines ähnlichen Wirkstoffs für die Behandlung von Menschen mit malignen gastrointestinalen Stromatumoren [14, 15].

Im Jahre 2023 wurden erstmals auch neuartige thermosensitive Liposomen, die mit dem Krebsmedikament Doxorubicin beladen sind, zur Therapie von Humanpatienten mit bisher schwer zu therapierenden Weichgewebesarkomen eingesetzt. Dabei handelt es sich um mikroskopisch kleine Vesikel mit einer hitzeempfindlichen Lipiddoppelschicht als Hülle, in der Doxorubicin eingeschlossen ist. Die Entwicklung dieser Therapie basiert auf Arbeiten eines interdisziplinären Ansatzes von Humanmedizin, biophysikalischer Chemie und Veterinärmedizin, da der Weg in die Klinik maßgeblich auch durch erfolgreiche Heilversuche an

¹ OECD: Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, EMA: Europäische Arzneimittel-Agentur, FDA: U.S. Food and Drug Administration

Hauskatzen, die ebenfalls an einem Weichteilsarkom erkrankt waren, gefördert wurde [16,17].

Wenn Infektionen gleichermaßen bei Tieren und Menschen auftreten, stellen die betroffenen Tierarten ebenfalls „natürliche Krankheitsmodelle“ dar, aus denen wertvolle spezieübergreifende Erkenntnisse bezüglich Ätiologie, Pathogenese und Therapieoptionen auch für Erkrankungen bei Menschen gewonnen werden können. Als Beispiele seien genannt: Tuberkulose bei Rind und Mensch sowie Infektionen mit dem Respiratorischen Synzytial Virus (RSV) bei Kälbern und Kindern [18,19].

Aus diesen translationalen und komparativen Forschungsansätzen resultieren biologisch relevante Erkenntnisse von dualem Nutzen und mit zukunftsweisendem Ansatz: Das Tier wird in der Forschung ebenso als Patient betrachtet wie der Mensch. Beide tragen mit der jeweiligen natürlichen Erkrankung dazu bei, dass Erkenntnisse krankheitsnah und nicht in experimentellen Modellen gewonnen werden. Gleichzeitig kommen dem tierischen Patienten nun ebenso wie dem Humanpatienten moderne Diagnostik- und Therapiemethoden im Sinne des One Health-Ansatzes zugute. Darüber hinaus kann ein derartiges Prozedere zu einer Reduktion von Tierversuchen führen.

Ausblick

Um die Natur zoonotischer Infektionen und sonstiger übertragbarer Erkrankungen besser verstehen zu können, ist kontinuierliche Forschung im komplexen Feld von One Health unabdingbar. Solange dabei noch auf Tierversuche zurückgegriffen werden muss, kommt der Versuchstierkunde eine zentrale Rolle an der Schnittstelle zwischen menschlicher und tierischer Gesundheit sowie in der Wahrung des bestmöglichen Schutzes der verwendeten Tiere zu. Der One Health-Ansatz fordert, konzeptionell über den Tellerrand hinauszublicken. Dabei kann die interdisziplinäre Zusammenarbeit gleichermaßen als Chance zur Findung neuartiger Ansätze verstanden werden und idealerweise zum Verzicht auf den Einsatz von Tieren, zumindest aber zur Reduktion von Versuchstieren beitragen.

Literatur

- [1] Muster-Berufsordnung der Bundestierärztekammer e.V., Stand: 24.03.2023
- [2] Russell WMS, Burch RL (1959): *The Principles of Humane Experimental Technique*. London, Methuen, S. 69–154.
- [3] Richtlinie 2010/63/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2010 zum Schutz der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere; Amtsblatt der Europäischen Union L 276/33 (20.10.2010).
- [4] Tierschutzgesetz (TierSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 20 des Gesetzes vom 20. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2752).
- [5] Verordnung zum Schutz von zu Versuchszwecken oder zu anderen wissenschaftlichen Zwecken verwendeten Tieren (Tierschutz-Versuchstierverordnung – TierSchVersV) vom 1. August 2013 (BGBl. I S. 3125, 3126), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 11. August 2021 (BGBl. I S. 3570).
- [6] World Association for animal health, <https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/one-health/>.
- [7] Schlottau K, Rissmann M, Graaf A, Schön J, Sehl J, Wylezich C, Höper D, Mettenleiter TC, Balkema-Buschmann A, Harder T, Grund C, Hoffmann D, Breithaupt A, Beer M (2020): SARS-CoV-2 in fruit bats, ferrets, pigs, and chickens: an experimental transmission study. *Lancet Microbe*. 1(5): e218–e225. doi: 10.1016/S2666-5247(20)30089-6.
- [8] Friedrich-Loeffler-Institut, Nationales Referenzlabor für SARS-CoV-2-Infektionen bei Tieren. <https://www.fli.de/de/institute/institut-fuer-neue-und-neuartige-tierseuchenerreger-innt/referenzlabore/nrl-fuer-sars-cov-2/>.
- [9] Blome S, Franzke K, Beer M (2020): African swine fever – A review of current knowledge. *Virus Res*. 287: 198099. doi: 10.1016/j.virusres.2020.198099.
- [10] Köhler H, Soschinka A, Meyer M, Kather A, Reinhold P, Liebler-Tenorio E (2015): Characterization of a caprine model for the subclinical initial phase of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection. *BMC Vet Res*. 11: 74. doi: 10.1186/s12917-015-0381-1.
- [11] Weber M, Gierschner P, Klassen A, Kasbohm E, Schubert JK, Miekisch W, Reinhold P, Köhler H (2021): Detection of Paratuberculosis in Dairy Herds by Analyzing the Scent of Feces, Alveolar Gas, and Stable Air. *Molecules*. 26(10): 2854. doi: 10.3390/molecules26102854.
- [12] Knittler MR, Berndt A, Böcker S, Dutow P, Hänel F, Heuer D, Kägebein D, Klos A, Koch S, Liebler-Tenorio E, Ostermann C, Reinhold P, Saluz HP, Schöfl G, Sehnert P, Sachse K (2014): *Chlamydia psittaci*: new insights into genomic diversity, clinical pathology, host-pathogen interaction and anti-bacterial immunity. *Int J Med Microbiol*. 304(7): 877–893. doi: 10.1016/j.ijmm.2014.06.010.
- [13] Pali-Schöll I, Roth-Walter F, Jensen-Jarolim E (2021): One Health in allergology: A concept that connects humans, animals, plants, and the environment. *Allergy*. 76(8): 2630–2633. doi: 10.1111/all.14804.
- [14] Paoloni M, Khanna C (2008): Translation of new cancer treatments from pet dogs to humans. *Nat Rev Cancer*. 8(2): 147–156. doi: 10.1038/nrc2273.
- [15] Singer J, Jarolim EJ (2014): IgE-based Immunotherapy of Cancer – A Comparative Oncology Approach. *J Carcinog & Mutagen* 5: 176. doi:10.4172/2157-2518.1000176]
- [16] Zimmermann K, Hossann M, Hirschberger J, Troedson K, Peller M, Schneider M, Brühshwein A, Meyer-Lindenberg A, Wess G, Wergin M, Dörfelt R, Knösel T, Schwaiger M, Baumgartner C, Brandl J, Schwamberger S, Lindner LH (2017): A pilot trial of doxorubicin containing phosphatidylglycerol based thermosensitive liposomes in spontaneous feline soft tissue sarcoma. *Int J Hyperthermia*. 33(2): 178–190. doi: 10.1080/02656736.2016.1230233.
- [17] Lindner LH, Blay JY, Eggermont AMM, Issels RD (2021): Perioperative chemotherapy and regional hyperthermia for high-risk adult-type soft tissue sarcomas. *Eur J Cancer*. 147: 164–169. doi: 10.1016/j.ejca.2021.02.002.
- [18] Guzman E, Taylor G (2015): Immunology of bovine respiratory syncytial virus in calves. *Mol Immunol*. 66(1): 48–56. doi: 10.1016/j.molimm.2014.12.004.
- [19] Van Rhijn I, Godfroid J, Michel A, Rutten V (2008): Bovine tuberculosis as a model for human tuberculosis: advantages over small animal models. *Microbes Infect*. 10(7): 711–715. doi: 10.1016/j.micinf.2008.04.005.

Korrespondenz

BTK-Ausschuss für Versuchstierkunde

geschaeftsstelle@btkberlin.de

Prof. Dr. habil. Christine Baumgartner, Fachtierärztin für Anästhesie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Christine.Baumgartner@tum.de

Univ.-Prof. Stephanie Krämer, Fachtierärztin für Versuchstierkunde, Stephanie.Kraemer@vetmed.uni-giessen.de

Prof. Dr. habil. Petra Reinhold, PhD, Fachtierärztin für Versuchstierkunde, petra.elke.reinhold@gmail.com

Prof. Dr. Martin Rosenbruch, martin.rosenbruch@gmx.de

Univ.-Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke, Fachtierärztin für Versuchstierkunde, Tierschutzbeauftragte, thoene-reineke.christa@fu-berlin.de