

Pneumonie & Co: Lungeninfektionen in Klinik und Forschung – 22. Workshop des Arbeitskreises ‚Respiratorisches System‘ der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) in Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungs- medizin (DPG)

Datum/Ort:

13. März 2019, München

Tagungspräsidenten:

Birgitt Gutbier (Berlin),
Martin Rosenbruch (Düsseldorf)
und Petra Reinhold (Jena)

Editorial

„Pneumonie & Co: Lungeninfektionen in Klinik und Forschung“ war in diesem Jahr das Schwerpunktthema des 22. interdisziplinären Workshops des DVG-Arbeitskreises „Respiratorisches System“, der im Rahmen des 60. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. in enger Kooperation mit den Sektionen „Pathophysiologie und Aerosolmedizin“, „Infektiologie und Tuberkulose“ sowie „Zellbiologie“ organisiert wurde. Die nachfolgenden Zusammenfassungen der Beiträge machen das breite Spektrum der diskutierten Aspekte deutlich.

Im Anschluss an die Beiträge zum Schwerpunktthema wurden im Vortragsblock „Freie Themen“ unterschiedlichste Aspekte und Fragestellungen der vergleichenden Forschung des Respirationstraktes präsentiert.

Zusätzlich fanden im Rahmen des Hauptprogrammes zwei Symposien unter aktiver Beteiligung des DVG-Arbeitskreises statt:

- Unter dem Thema „Influenza 2019“ wurde unter anderem der „One-Health-Aspekt“ dieser wichtigen Zoonose beleuchtet.
- Das zweite Symposium setzte, nun bereits zum fünften Mal, die Vortragsserie zum „Mensch-Tier-Vergleich“ fort. Wie in den vergangenen Jahren wurden jeweils in Doppel-Vorträgen die Gegebenheiten beim Tier und beim Menschen, z. B. bei der Höhenkrankheit, vergleichend und sehr interessant dargestellt.

Auch in diesem Jahr hat sich einmal mehr das Disziplinen- und Speziesübergreifende Konzept des Arbeitskreises bewährt. Der Workshop führte wieder zu einem breit gefächerten Austausch zwischen den verschiedenen wissenschaftlichen/medizinischen Disziplinen in Human- und Veterinärmedizin. Er ist so für alle Beteiligten sehr interessant und durch die intensiven Diskussionen für jede Seite mit Erkenntnisgewinn verbunden.

Die Kooperationen sollen auch im Jahre 2020 fortgesetzt werden. Der 23. Workshop im Rahmen des 61. DGP-Kongresses in Leipzig ist zum Schwerpunktthema „Lunge und Leistung“ in Planung.

01 Lungentuberkulose beim Menschen

Autoren Kalsdorf B^{1,2,3,4}, Heyckendorf J^{1,2,3,4}, Lange C^{1,2,3,4}

Institut 1 Medizinische Klinik, Forschungszentrum Borstel, Borstel;

2 Klinische Infektiologie, Forschungszentrum Borstel, Borstel; 3 International Health/Infectious Diseases, Universität zu Lübeck, Lübeck; 4 Deutsches

Zentrum für Infektionsforschung (DZIF), Hamburg-Lübeck-Borstel

DOI 10.1055/s-0039-1692840

Die EndTB Strategie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2035 eine 90% Reduktion der Tuberkulose-(TB)-Inzidenz gegenüber dem Jahr 2015 zu erreichen (1). Von 2014 bis 2016 stieg allerdings

migrationsbedingt die Inzidenz der TB in Deutschland von 5.6/100.000 auf 7.2/100.000 (2). Derzeit scheint dieses Ziel daher noch in weiter Ferne zu liegen.

Die häufigste Manifestation der TB ist die Lungentuberkulose. Typische Symptome sind Fieber, Nachtschweiß, Gewichtsverlust und Husten (3). Je nach Herkunft der Patienten treten in 10 – 50% der Fälle extrapulmonale Erkrankungen auf. Am häufigsten sind die Lymphknoten betroffen, seltener die Pleura, Knochen/Gelenke, das Zentrale Nervensystem, das Perikard, der Gastrointestinal- oder der Urogenitaltrakt (2).

CT-Untersuchungen (Thorax) oder MRI-Untersuchungen (Knochen, ZNS) sind besser geeignet, Veränderungen zu demonstrieren und die Schwere der Erkrankung einzuschätzen, als einfache Röntgenaufnahmen. Der diagnostische ‚Goldstandard‘ ist die Kultur in Flüssig- und Festmedien mit anschließender Antibiotika-Resistenzbestimmung. Eine gute Vorhersage über das Vorliegen von Antibiotikaresistenzen ist heute durch molekulare Identifikation von Resistenz-assoziierten Mutationen im Genom der Bakterien kostengünstig möglich (4).

Für die rasche Diagnosestellung der TB stehen automatisierte Nukleinsäure-Amplifikationstechniken zum Nachweis von Gensequenzen des *Mycobacterium (M.) tuberculosis complex* zur Verfügung. Das Xpert MTB/RIF Verfahren erlaubt die Diagnosestellung der Lungentuberkulose innerhalb von 90 Minuten an Sputum oder der bronchoalveolären Lavage (BAL). Zusammen mit einem immunologischen Nachweisverfahren von Antigen-spezifischen Lymphozyten in der BAL (BAL-ELISpot) kann in annähernd allen Fällen die Diagnose der Lungentuberkulose innerhalb weniger Tage gestellt oder ausgeschlossen werden (5).

Für kompetenten und schnellen Rat zu Fragen zur Prävention, Diagnostik und Therapie von mykobakteriellen Erkrankungen bietet das Klinische Tuberkulosezentrum (ClinTB) des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung (DZIF) am Forschungszentrum Borstel in Kooperation mit dem Nationalen Referenzzentrum für Mykobakterien einen telefonischen Informationsdienst an (TBInfo: Telefonnummer 04537188 – 0).

Literatur [1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2018. Geneva; 2018. Report No.: ISBN 978 – 92 – 4-156564 – 6.

[2] Robert Koch Institut. Eckdaten zu Tuberkulose in Deutschland für das Jahr 2016. 15. März 2018.

[3] Schaberg T, Bauer T, Brinkmann F, Diel R, Feiterna-Sperling C, Haas W, et al. [Tuberculosis Guideline for Adults – Guideline for Diagnosis and Treatment of Tuberculosis including LTBI Testing and Treatment of the German Central Committee (DZK) and the German Respiratory Society (DGP)]. *Pneumologie*. 2017;71(6):325 – 97.

[4] Miotto P, Tessema B, Tagliani E, Chindelevitch L, Starks AM, Emerson C, et al. A standardised method for interpreting the association between mutations

and phenotypic drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. *Eur Respir J*. 2017;50(6).

[5] Jafari C, Olaru ID, Daduna F, Ernst M, Heyckendorf J, Lange C, et al. Rapid diagnosis of pulmonary tuberculosis by combined molecular and immunological methods. *Eur Respir J*. 2018;51(5).

02 Experimental murine TB: understanding the disease and advancing interventions

Autoren Dorhoi A¹

Institute 1 Friedrich-Loeffler-Institut; University Greifswald

DOI 10.1055/s-0039-1692841

Tuberculosis (TB) continues to cause extensive morbidity and high death tolls worldwide. The failure to control TB, which most frequently affects the lung, is partly due to incomplete understanding of disease pathogenesis. Tractable disease models, including experimental murine infection, have already contributed to identification of immune checkpoints in TB and are indispensable for testing new therapies or vaccines. While acknowledging limitations of the murine models, for instance with regard to TB lesion diversity, rational selection of specific mouse models for selected purposes holds promise for the TB research. Diverse inbred and outbred strains, as well as genetically modified and collaborative cross-lines allow high-throughput screens and high-resolution investigations. Moreover, systems approaches and utilization of murine models mimicking primary progressive TB enable identification of immune correlates of protection and determinants of immunopathology. Our studies in TB-susceptible inbred mice have unveiled immunological mechanisms underlying detrimental roles of type I interferons in TB and emphasized importance of the early immune events for the control of pulmonary inflammation. The murine experimental TB models should be collectively harnessed for advancing effective interventions for TB.

03 Wiederkäuer als Tuberkulosemodelle

Autoren Liebler-Tenorio EM¹

Institut 1 Institut für Molekulare Pathogenese, Friedrich-Loeffler-Institut, Naumburgerstr. 96a, 07743 Jena

DOI 10.1055/s-0039-1692842

Die Tuberkulose ist bis heute eine der verlustreichsten Infektionskrankheiten des Menschen. Außerdem verursacht sie in der Rinderhaltung große wirtschaftliche Verluste und kann auch zur Gefahr für Wildtierpopulationen werden. Obwohl Erreger und Infektionsgeschehen seit Anfang des 19. Jahrhunderts bekannt sind, gibt es bisher noch keine Impfung, die optimalen Schutz bietet und keine eindeutig definierte protektive Immunantwort. Daher sind Challenge-Infektionen mit Erregern des *Mycobacterium-tuberculosis*-Komplexes (MTC), kurz Tuberkulosemodelle, weiterhin vor allem für die Impfstoffforschung von großer Bedeutung.

Die als Tuberkulosemodelle verwendeten Spezies reichen von Zebrafisch, Maus, Meerschweinchen, Kaninchen über Wiederkäuer bis zu nichtmenschlichen Primaten. Jedes dieser Modelle hat Vor- und Nachteile und ist für bestimmte Teilaspekte der Pathogenese- und Impfstoffforschung besonders geeignet. In der humanmedizinischen Forschung werden insbesondere die Maus und das Meerschweinchen als Tuberkulosemodelle eingesetzt, in der veterinärmedizinischen Forschung das Rind.

Im Folgenden soll dargestellt werden, warum sich Wiederkäuer (unter besonderer Berücksichtigung von Rind und Ziege) auch als Tuberkulosemodelle für den Menschen eignen. Hierfür sollen Infektionsverlauf und Veränderungen bei Rind, Ziege und Mensch unter besonderer Berücksichtigung von Schlüsselereignissen der Tuberkulose, wie Latenz, Granulomen und Kavernenbildung in der Lunge verglichen werden. Weiterhin soll ein Überblick gegeben werden über die Vielzahl der in der Literatur für das Rind, aber auch die Ziege beschriebenen Infektionsmodelle und die Bedeutung ihrer Ergebnisse für die human- und veterinärmedizinische Tuberkuloseforschung diskutiert werden.

Abschließend sollen beispielhaft Befunde aus einem an der Ziege etablierten Tuberkulosemodell gezeigt werden.

04 Pneumonie beim Menschen

Autoren Witzentrath M¹

Institut 1 Medizinische Klinik mit Schwerpunkt Infektiologie und Pneumologie, Charité-Universitätsmedizin Berlin und Arbeitsbereich Pulmonale Inflammation, Charité-Universitätsmedizin Berlin

DOI 10.1055/s-0039-1692843

Die Pneumonie ist die am häufigsten zum Tode führende Infektionskrankheit. In Deutschland wird etwa ein Drittel der Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie (community acquired pneumonia, CAP) stationär behandelt. Mit 289.000 Krankenhauseinweisungen (2018) führt die CAP häufiger zur stationären Behandlung als Myokardinfarkt oder Schlaganfall [1]. Bakterielle Infektionen stehen als Ursache einer CAP im Vordergrund, dabei ist *Streptococcus pneumoniae* weltweit der häufigste Erreger [2]. Die Symptome einer Pneumonie sind vielseitig und unspezifisch. Neben allgemeinem Krankheitsgefühl treten u.a. Husten, putrides Sputum, Fieber, pleuritische Schmerzen und Rasselgeräusche auf, oft – jedoch nicht immer – assoziiert mit pulmonalen flächigen Verdichtungen mit Aerobronchogramm in der konventionellen Röntgenaufnahme. Obwohl hochwirksame Antibiotika gegen die meisten bakteriellen Erreger der CAP zur Verfügung stehen, ist die Mortalität bei hospitalisierten Patienten mit etwa 12% weiterhin hoch [1;3]. Für schwere Pneumonieverläufe ist u.a. eine inadäquate Pathogen-Wirts-Interaktion verantwortlich, die in ein akutes Lungenversagen mit Ödem, pulmonalarterieller Hypertonie und hoher Mortalität münden kann. Kardiovaskuläre Ereignisse stellen eine weitere Ursache für die hohe Mortalität der Pneumonie dar.

Für eine optimale Patientenversorgung ist eine schnelle Diagnostik, Beurteilung des Schweregrades und adäquate Einschätzung des Risikos wesentlich. Neben bereits etablierten klinischen Scores werden daher Biomarker und Algorithmen entwickelt, um eine individuelle Risikoeinschätzung und personalisierte Versorgung zu ermöglichen. Zudem werden neue Therapieoptionen in Ergänzung zur Antibiotikabehandlung gesucht, um Lungenschaden und kardiovaskuläre Folgen der Pneumonie zu minimieren. Besondere Bedeutung kommt der Entwicklung neuartiger Impfstoffe gegen bakterielle und virale Erreger zu. Gegen insbesondere nosokomiale Pneumonien verursachende antibiotikaresistente Bakterien müssen neue Antibiotikaklassen oder alternative Strategien entwickelt und zugelassen werden. Zusammenfassend sind angesichts stetig steigender Inzidenz und weiterhin hoher Sterblichkeit der Pneumonie intensive Forschungsbemühungen auf diesem Gebiet dringend erforderlich.

Literatur [1] CAPNETZ-Kompetenznetz Ambulant Erworbene Pneumonie. 9-7-2008. Ref Type: Electronic Citation

[2] Lorenz J et al. *Pneumologie* 2005; 2: 17-27

[3] Ewig S et al. *Thorax* 2009;64:1062-1069

05 Pneumonie beim Kleintier (Hund, Katze)

Autoren Schulz B¹

Institut 1 Medizinische Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München

DOI 10.1055/s-0039-1692844

Ätiologie Infektionen mit primären bakteriellen Pathogenen (*Bordetella bronchiseptica*, *Strept. zooepidemicus* (Hd), *Mycoplasma cynos* (Hd)) treten vor allem bei jüngeren Tieren oder in Gruppenhaltungen auf. Andere häufig nachgewiesene Bakterien bei Pneumoniepatienten, wie Streptokokken, Staphylokokken, Enterobakterien und Pasteurellen entstammen wahrscheinlich eher der normalen oropharyngealen oder respiratorischen Mikroflora. Ursächlich können virale oder parasitäre Infektionen, Aspiration von Futter oder Fremdmaterial oder angeborene oder erworbene Immundefizite das Entstehen einer bakteriellen Bronchopneumonie begünstigen.

Diagnostik Klinische Symptome einer Pneumonie können Husten, Dyspnoe oder Polypnoe, abnorme Atemgeräusche und Fieber sein, sind jedoch vor allem bei Katzen in manchen Fällen nur wenig ausgeprägt. Auch röntgenologische (fokale oder diffuse alveoläre Lungenzeichnung) und hämatologische Veränderungen können diagnostisch herangezogen werden. Vor allem beim Hund kann Serum-C-reaktives-Protein als diagnostischer Marker hilfreich sein. Eindeutig lässt sich eine bakterielle Pneumonie durch zytologischen Nachweis einer suppurativen Entzündung mit intrazellulären Bakterien oder dem kulturellen Nachweis von einer oder mehreren Bakterienspezies in großer Keimzahl aus Bronchoalveolarlavage, Zytobrush oder seltener Lungenaspirat nachweisen.

Therapie Die Therapie einer bakteriellen Bronchopneumonie sollte nach Antibiotikaleitlinien möglichst nach Kultur und Antibiogramm ausgerichtet werden. Nicht in jedem Fall ist es jedoch möglich, eine Probe aus den unteren Atemwegen vor Therapiebeginn zu entnehmen, da der Patient oft nicht stabil genug ist für eine Narkose oder der Besitzer einer Abklärung nicht zustimmt. Das Erregerspektrum und die Resistenzlage für bakterielle Erreger beim Hund variiert je nach Studie, für die Katze liegen hier bisher nicht viele Daten vor. Sollte mit einem first-line Antibiotikum wie einem Aminopenicillin, Doxycyclin oder einem Cephalosporin erster Generation keine adäquate Besserung erreicht werden, sollte in jedem Fall über weiterführende Diagnostik (Bronchoskopie, Spülprobenentnahme) nachgedacht werden, um die Verdachtsdiagnose einer bakteriellen Pneumonie abzusichern und die Antibiotikatherapie gezielter ausrichten zu können. Zusätzliche Therapiemaßnahmen beinhalten Schleimlöser, Inhalationstherapie und ggf. Sauerstofftherapie.

06 Erkrankungen des Respirationstraktes beim Vogel

Autoren Wüst E¹

Institut 1 Klinik für Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische; Justus-Liebig-Universität, Gießen

DOI 10.1055/s-0039-1692845

Vögel stellen inzwischen tägliche Patienten in der tierärztlichen Praxis dar. Die Anforderungen der Besitzer an die tierärztlichen Leistungen steigen dabei stetig. Da aus der Human- aber auch Kleintiermedizin fortgeschrittene Behandlungen des Respiationsapparates bekannt sind, werden diese auch beim Vogel gefordert. Hierbei kommt insbesondere der Behandlung von Lungen- und Luftsackerkrankungen große Bedeutung zu. Anatomisch unterscheiden sich die Strukturen des Respirationstraktes beim Vogel jedoch stark gegenüber denen der Säugetiere. Während der obere Respirationstrakt weitestgehend ähnlich ist, ist die Trachea mit dem stimmbildenden Syrinx bereits deutlich strukturell unterschiedlich. Die wichtigsten Besonderheiten stellen die geschlossenen Trachealringe dar. Die Lunge beim Vogel ist sehr klein und starr. Die Verbindung zwischen den meist paarig angeordneten Luftsäcken und der Lunge stellt ein kompliziertes Bronchialsystem her. Die beiden Hauptbronchien entspringen dem Syrinx und verzweigen sich in die dorsal und ventral verlaufenden Lungenbronchien. Von dort strömt die Luft in die Parabronchien und weiter über Infundibula und Atria in die Luftkapillarien wo der eigentliche Gasaustausch stattfindet. Die Gasaustauschfläche beim Vogel übersteigt die des Säugers um das Zehnfache. Die Luftsäcke des Vogels dienen als Luftspeicher um beim Ausatmen erneut Luft durch die Lunge zu leiten. Beim Vogel sind auch einige Knochen pneumatisiert und mit Divertikeln der Luftsäcke ausgekleidet. Durch die komplizierten anatomischen Strukturen ist eine genaue Diagnosestellung von Erkrankungen des Respirationstraktes oft schwierig. In der Praxis müssen neben ausführlicher Anamneseerhebung und klinischer Untersuchung zusätzlich viele weitere diagnostische Verfahren wie Probenentnahmen, Blutuntersuchungen, Röntgenaufnahmen, endoskopische Untersuchungen und Leistungstests zur Diagnosesicherung herangezogen werden. Die bedeutsamsten Erkrankungen des Respiationsapparates bei Vögeln sind infektiöser Ursache. Sie verlaufen oft unentdeckt chronisch über einen langen Zeitraum. Aus diesem Grund ist eine fundierte Diagnostik und regel-

mäßige Kontrolle der Patienten durch Routineuntersuchungen empfehlenswert, um sie rechtzeitig behandeln zu können.

07 Respiratorische Erkrankungen beim Schwein – Ein Überblick

Autoren Lindhaus B¹

Institut 1 Fachtierarzt für Schweine, Tierärztliche Praxis in Schöppingen

DOI 10.1055/s-0039-1692846

Die Schweinehaltung ist im Wesentlichen in drei Phasen gegliedert:

1. Sauenhaltung mit der Produktion von Ferkeln bis zum Entwöhnen,
2. Haltung der Ferkel vom Absetzen der Ferkel von der Sau bis zum Gewicht von ca. 30 kg Körpergewicht (Flatdeckphase) und
3. Schweinemast von 30 kg KGW bis zum Schlachten.

Auf einem landwirtschaftlichen Betrieb können sich Tiere einer oder auch aller drei Phasen befinden, je nach Spezialisierungsgrad. Diese Aufteilung findet sich in Betrieben aller Größenordnungen und in allen Ländern der Welt, in denen Schweinehaltung betrieben wird. Schweineställe sind in der Regel zwangsentlüftet und es befinden sich in jedem Luftraum immer nur Tiere einer Altersklasse, um Atemwegsinfektionen vorzubeugen.

Atemwegsinfektionen Unterscheidung in viral und bakteriell bedingte Atemwegsinfektionen.

viral:

- Schweineinfluenza (H1N1, H1N2, H3N2, pand. H1N1, pand. H1N2)
- Chronisch rezidivierende Pneumonie unter Beteiligung des PRRS Virus (RNA Virus Gruppe Arterivirus).

bakteriell:

- Mycoplasmen oder enzootische Pneumonie (*Mycoplasma hyopneumoniae*)
- Actinobacillus-Pleuropneumonie (in BRD Serotyp 2,5,8,9,11)
- Bordetella bronchiseptica
- Pasteurella multocida.

Immunprophylaxe Ca. 80% der tierärztlichen Aufwendungen in der Schweinehaltung im Allgemeinen als auch bei den Atemwegsinfektionen im Speziellen werden für die Immunprophylaxe ausgegeben.

Entweder als Muttertierschutzimpfung, um die Sauen aktiv zu schützen (z. B. Influenza, PRRS) oder die Ferkel durch maternale Antikörper passiv zu schützen (Influenza, PRRS, APP).

Aktive Immunisierung der Ferkel im Saugferkelalter, z. B. bei PRRS oder Mycoplasmen oder Mastschweine, z. B. bei APP oder PRRS und Influenza.

Therapie akut erkrankter Tiere *Viruserkrankungen:*

- Einsatz von Entzündungshemmern oral und parenteral (Corticosteroide, NSAiD v. a. Acetylsalicyl-säure, Metamizol, Paracetamol)

Bakteriell bedingte Erkrankungen:

- In der Regel parenterale Einzeltierbehandlung mit antibiotischen Wirkstoffen wie z. B. Penicilline, Tetracycline oder Florphenicol. Einsatz von sog. Reserveantibiotika bei Atemwegserkrankungen erfolgen kaum und wenn, dann nur nach Resistenztest.
- Orale Behandlung von Tiergruppen außer bei APP nur noch selten.

08 Das ex vivo Modell der humanen Lunge in der Pneumieforschung

Autoren Hönzke K¹, Fatykhova D¹, Tönnies M², Bauer TT², Schneider P³, Neudecker J⁴, Rückert JC⁴, Eggeling S⁵, Schimek M⁵, Gruber AD⁶, Suttrop N¹, Hippenstiel S¹, Hocke AC¹

Institut 1 Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Department of Internal Medicine/Infectious Diseases and Respiratory Medicine, Chariteplatz Platz 1, 13353 Berlin, Germany; 2 Helios Clinic Emil von Behring, Department of Pneumology and Department of Thoracic Surgery, Chest Hospital Heckeshorn, Waltherhöferstr. 11, 14165 Berlin, Germany; 3 Department for General and Thoracic Surgery, DRK Clinics, Drontheimer Strasse 39 – 40, 13359 Berlin, Germany; 4 Department of

General, Visceral, Vascular and Thoracic Surgery, Universitätsmedizin Berlin, Charité Campus Mitte, 10117 Berlin, Germany; 5 Department of Thoracic Surgery, Vivantes Clinics Neukölln, Rudower Straße 48, 12351, Berlin, Germany; 6 Department of Veterinary Pathology, College of Veterinary Medicine, Freie Universität Berlin, Robert-von-Ostertag-Str. 15, 14163 Berlin, Germany

DOI 10.1055/s-0039-1692847

Einleitung Respiratorische Infektionskrankheiten sind die häufigsten Infektionserkrankungen, bei denen die Pneumonie eine besonders schwere Verlaufsform darstellt. Vor allem Influenza A virus (IAV) und *Streptococcus pneumoniae* (*S. pneumoniae*) tragen signifikant zur Schwere des Krankheitsverlaufes bei. Da die Zahl der Antibiotikaresistenzen steigt und wirkungsvolle antivirale Therapien immer noch fehlen, ist es wichtig die Interaktion von Viren, Bakterien und pulmonalen Zielzellen zu verstehen, um immunmodulatorische Therapien zu entwickeln. Die meisten Studien werden derzeit in Zellbasierten Assays oder Tiermodellen durchgeführt, aber die erhobenen Daten können oft aufgrund von strukturellen und funktionellen Unterschieden nicht auf den Menschen übertragen werden.

Methoden Um diese Lücke zu schließen, haben wir ein *ex vivo*-Infektionsmodell der humanen Lunge entwickelt und können damit Pathogen-Wirts-Interaktionen, die zelluläre Zytokinregulation und Mechanismen, die die Suszeptibilität für virale und bakterielle Infektionen bestimmen, studieren.

Ergebnisse Wir konnten in diesem Modell bereits die *S. pneumoniae* induzierte Regulation von Cyclooxygenase-2 und die Pneumolysin abhängige Inflammation-Aktivierung zeigen. Wir haben die Replikation und den zellulären Tropismus verschiedener Influenza-Virusstämme verglichen und mithilfe der intra-Gewebs-Mikroskopie an humanen Lungenstücken viral und bakteriell verursachte Zellschäden direkt im alveolären Kompartiment bis hin zum mitochondrialen Level untersucht. Eine weitere Studie zeigte, dass die durch IAV induzierten Interferone die *S. pneumoniae* induzierte Bildung von IL-1 β inhibiert und somit die Produktion des antibakteriellen GM-CSF verringert wird. Hier konnten auch Unterschiede auf molekularer Ebene zwischen dem humanen Lungengewebe und Ergebnissen aus Mausstudien gezeigt werden.

Schlussfolgerung/Ausblick Obgleich dieses humane Lungengewebsmodell Limitationen wie begrenzte zeitliche Kultivierbarkeit, fehlende zirkulierende Immunkomponenten und einen meist spezifischen klinischen Hintergrund der Spender hat, eignet es sich dennoch und ist notwendig, um Mechanismen der angeborenen Immunantwort zu simulieren und zu charakterisieren. Verglichen zu Mausmodellen kann das humane Lungengewebe direkt mit viralen und bakteriellen Stämmen infiziert werden, die von Patienten isoliert wurden. *ehemals Zschoppang

09 Vergleichende Pathologie relevanter Pneumoniemodelle in der Maus

Autoren Hoppe J¹, Gutbier B², Reppe K², Baal N², Hackstein H², Witznath M², Dietert K¹, Gruber AD¹

Institut 1 Institut für Tierpathologie, Freie Universität Berlin; 2 Arbeitsbereich Pulmonale Inflammation und Med. Klinik m. S. Infektiologie u. Pneumologie, Charité-Universitätsmedizin Berlin

DOI 10.1055/s-0039-1692848

Einleitung Akute Pneumonien können durch diverse bakterielle und virale Erreger verursacht werden und gehören zu den häufigsten infektiösen Todesursachen des Menschen. Murine Pneumoniemodelle sollen ein besseres Verständnis akuter Pneumonien liefern und die Entwicklung neuer Behandlungsstrategien vorantreiben.

Die beschreibende, relative quantitative sowie vergleichende histopathologische Untersuchung muriner Lungen aus entsprechenden Studien ist nach wie vor das Mittel der Wahl zur abschließenden Beurteilung der feingeweblichen Veränderungen. Neben der Wahl geeigneter Kontrollgruppen, der standardisierten Infektion sowie der richtigen Präparation und Aufarbeitung der Proben

ist auch ein Erreger-spezifisches Scoring-Schema nötig, um einen optimalen Read-out zu gewährleisten.

Die in Formalin fixierten und in Paraffin eingebetteten Lungen werden in drei Stufen standardisiert, histologisch aufgearbeitet und mit Hematoxylin und Eosin gefärbt. Neben einer histopathologischen Auswertung unter Berücksichtigung geeigneter Scoring-Parameter erfolgt idealerweise ergänzend eine automatisierte, digitale Auswertung der Lungen-Schnitte hinsichtlich der Größe der betroffenen Lungenareale sowie der Gesamtzellzahl.

Anhand der durch *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* und das Influenza A (H1N1) Virus ausgelösten Pneumonien werden beispielhaft die Erreger-typischen, histopathologischen Veränderungen dargestellt. Um den individuellen Veränderungen Rechnung zu tragen, wurde das von uns genutzte Scoring-Schema Erreger-spezifisch modifiziert. Nur durch das Zusammenspiel aus korrekter Versuchsplanung, -durchführung und Erreger-angepasster, histopathologischer Auswertung kann ein aussagekräftiges Ergebnis erzielt werden.

10 Tierexperimentelle Untersuchungen zu *Rodentibacter pneumotropicus* und *R. heylII*: Die Maus als natürlicher Wirt

Autoren Fornefett J¹, Funk S¹, Klose K², Müller U³, Grunwald T⁴, Fingas F⁵, Volke D⁶, Baums CG¹

Institut 1 Institut für Bakteriologie und Mykologie; 2 Institut für Veterinärpathologie; 3 Institut für Immunologie; 4 Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig; Fraunhofer Institut für Zelltherapie und Immunologie; Leipzig; 5 GVG Diagnostics GmbH, Leipzig; 6 Institut für Bioanalytische Chemie, Fakultät für Chemie und Mineralogie, Biotechnologisch-biomedizinisches Zentrum, Universität Leipzig

DOI 10.1055/s-0039-1692849

Einleitung: *Rodentibacter (R.) pneumotropicus* und *R. heylII* gehören aktuell zu den häufigsten Pathogenen in Labortierhaltungen. Ziel dieser Arbeit war die Bestimmung der Virulenz aktueller Isolate beider Arten. Weiterhin sollte die Immunantwort von experimentell infizierten BALB/c- und C57BL/6-Mäuse analysiert und neue Erreger-spezifische ELISA-Tests evaluiert werden.

Methoden Es wurden BALB/c- und C57BL/6-Mäuse intranasal mit unterschiedlichen Dosen infiziert. Read out-Parameter basierten auf klinischen, bakteriologischen und pathohistologischen Analysen. Extrakte der äußeren Membran, LPS und ein potentielles Immunogen wurden als Antigen im ELISA für serologische Untersuchungen evaluiert. Weiterhin erfolgte die Messung des Verhältnisses der IgG-Subtypen IgG1 und IgG2 zur Differenzierung der Th1- und Th2-Immunantwort.

Ergebnisse Sowohl die Infektion mit *R. pneumotropicus* als auch mit *R. heylII* führte zu einer unerwartet hohen Morbidität und Mortalität in beiden Mauslinien (10⁸ CFU: mind. 50% Mortalität). In frühzeitig euthanasierten Tieren beider Linien konnten katarrhalisch-eitrige bis nekrotisierende Bronchopneumonien sowie eine Dissemination des Belastungsstammes nachgewiesen werden. Überlebende C57BL/6-Mäuse zeigten eine signifikant niedrigere Bakterienlast in inneren Organen als BALB/c-Mäuse. Ein ELISA mit dem Immunogen CARLO (*characteristic antigen for Rodentibacter of laboratory origin*) als Antigen ermöglichte den Nachweis der IgG-Serokonversion in fast allen infizierten Mäusen. Die Bestimmung der IgG-Subklassen in den Seren der C57BL/6-Mäuse beider Infektionsstudien ergab eine Verschiebung des Verhältnisses IgG2/IgG1 von unter 0,8 vor zu über 1,6 nach Infektion. Dies weist auf eine Th1-dominierte Immunantwort hin. BALB/c-Mäuse behielten dagegen ein Verhältnis unter 0,8 auch nach der Infektion bei.

Schlussfolgerungen Es konnten Tiermodelle etabliert werden, welche für Folgestudien zur Pathogenese oder Immunprophylaxe im natürlichen Wirt Maus genutzt werden können. Für beide Erreger konnten sensitive und spezifische ELISA-Protokolle etabliert werden. Im *R. pneumotropicus* - Infektionsversuch war die Th1-Immunantwort der C57BL/6-Mäuse mit einer effektiveren Reduktion des Erregers in inneren Organen assoziiert. Die unerwartet hohe Mortalität

lität der Mauslinien durch die verwendeten *Rodentibacter*-Stämme weist auf eine hohe Virulenz aktueller Isolate hin und unterstreicht die Bedeutung von Überwachungsmaßnahmen.

11 Das Schwein als Pneumoniemodell

Autoren Höltig D¹

Institut 1 Klinik für kleine Klautiere und forensische Medizin und Ambulatorische Klinik, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

DOI 10.1055/s-0039-1692850

Einleitung Das Schwein ist eines der am häufigsten verwendeten Großtiermodelle in medizinischen und veterinärmedizinischen Studien. Hierbei wird das Schwein auch häufig als Modelltier für translationale Fragestellungen verwendet, da es anatomisch, physiologisch und immunologisch viele Gemeinsamkeiten mit dem Menschen aufweist.

Das Schwein als spezies-homologes Pneumoniemodell

Im Bereich der Veterinärmedizin ist und bleibt das Schwein das Standardmodell für die Erforschung von Schweinekrankheiten und Entwicklung diesbezüglicher neuer Therapiekonzepte, da es sich gezeigt hat, dass Entwicklungsansätze, die z. B. im murinen Tiermodell entwickelt werden, sich oftmals nicht auf die Zielspezies Schwein übertragen lassen. Generell muss bedacht werden, dass die klinische Ausprägung von Atemwegserkrankungen beim Schwein maßgeblich durch Umgebungsfaktoren und Co-Infektionen beeinflusst wird. Für eine verlässliche Interpretation der Ergebnisse oder den Vergleich verschiedener Studien sind daher standardisierte Bedingungen oder zumindest identische Versuchsbedingungen und ein identischer Infektionsstatus der Versuchstiere notwendig.

Das Schwein als Pneumoniemodell für die translationale Forschung

Die für das Schwein im Rahmen der Veterinärmedizin etablierten Pneumoniemodelle lassen sich auch für die humanmedizinische Forschung adaptieren. Ein Problem hierbei stellt die Tatsache dar, dass das Schwein i. d. R. nicht für humane Pneumonieerreger, abgesehen vom Influenzavirus, empfänglich ist. Durch das Schaffen einer Immunsuppression oder einer Vorschädigung des Atemtraktes, z. B. durch mechanische Reizungen, kann jedoch auch im Schweinmodell mit diesen Erregern gearbeitet werden. Die anatomischen Ähnlichkeiten zwischen Schwein und Mensch ermöglichen es, zusätzlich chirurgische Modelle und Infektionsmodelle zu kombinieren, um im Schwein neue Interventionsstrategien für die Humanmedizin, wie z. B. die extracorporale Behandlung einer *Ps. aeruginosa*-Pneumonie, zu entwickeln. Bei der Adaptation der Infektionsmodelle für solche Fragestellungen sollte jedoch, aus Arbeitsschutzgründen, auf die in der Tiermedizin häufig verwendete Aerosolininfektion verzichtet werden.

12 Visualisierung mykobakteriell bedingter Lungenläsionen im Ziegeninfektionsmodell mittels radiologischer Bildgebung

Autoren Wedlich N¹, Pückler K von², Petow S¹, Figl J¹, Köhler H¹, Reinhold P¹, Liebler-Tenorio E¹, Ulrich R¹, Grode L³, Kaufmann SHE⁴, Menge C¹

Institut 1 Friedrich-Loeffler-Institut (FLI); 2 Klinik für Kleintiere – Radiologie, Justus-Liebig-University Gießen; 3 Vakzine Projekt Management GmbH, Hannover; 4 Max Planck Institute for Infection Biology, Berlin

DOI 10.1055/s-0039-1692851

Einleitung *Mycobacterium (M.) tuberculosis (Mtb)* verursacht Millionen Todesfälle weltweit und ist zunehmend resistent gegen Antibiotika. Eine Impfung als Präventionsmaßnahme steht für Mtb nur eingeschränkt zur Verfügung. *M. bovis* und *M. caprae*, befallen Nutztiere mit hohen ökonomischen Verlusten und zoonotischer Gefährdung des Verbrauchers. Staatliche Maßnahmen können die Prävalenz der Infektion zwar senken, vermögen aber nicht die Infektionsketten innerhalb humaner und tierischer Populationen bzw. zwischen diesen gänzlich zu unterbrechen. Es bedarf daher der Verbesserung von Impfstoffen für die Human- und Tiermedizin. Ziel der Studie ist die Weiterentwick-

lung des Impfstoffes VPM1002, welcher sich in klinischer Prüfung befindet. Ein Parameter zur Wirksamkeitsprüfung, soll die Auswertung tuberkulosetypischer Lungenläsionen mittels bildgebender Techniken sein. Dafür wurden computertomografische und radiologische Aufnahmen infizierter Lungen angefertigt und ausgewertet.

Methoden In einem Dosisfindungsversuch wurden Ziegen mit drei Infektionsdosen (5×10^2 [n = 4], 5×10^3 [n = 4], 5×10^4 [n = 3] CFU) von *M. bovis* intrabronchial infiziert. 24 Wochen nach der Inokulation wurden die Tiere euthanasiert, die Lungen intrathorakal fixiert, mittels CT und digitalem Röntgen untersucht und die Läsionen bewertet.

Ergebnisse Alle infizierten Tiere zeigten tuberkulosetypische Veränderungen in der Lunge. Mit steigender Infektionsdosis stieg auch die Anzahl der Läsionen. Es konnten verschiedene Läsionstypen festgestellt werden: mineralisierte Läsionen mit < 5 mm Durchmesser, mineralisierte Läsionen von > 5 mm Durchmesser, konfluierende, sowie kavernöse Läsionen.

Schlussfolgerung Die intrabronchiale Inokulation ermöglicht eine gezielte, kontrollierte und reproduzierbare Inokulation von *M. bovis* bei Ziegen, welche dem natürlichen Infektionsweg ähnelt. Die Computertomografie eignet sich zur Darstellung der tuberkulösen Lungenläsionen.

13 Aktivierung des NALP Inflammasoms als Werkzeug zur Bewertung des toxischen Potentials von TiO₂-Nanopartikeln

Autoren Tigges J¹, Kolling J¹, Hellack B², Albrecht C¹, Schins RPF¹

Institut 1 IUF – Leibniz Institut für Umweltmedizinische Forschung, Aufm Hennekamp 50, 40225 Düsseldorf; 2 Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA), Bliersheimer Str. 58 – 60, 47229 Duisburg

DOI 10.1055/s-0039-1692852

Einleitung Aufgrund ihrer einzigartigen physikalischen Eigenschaften finden Nanomaterialien in verschiedensten Branchen vielfältige Verwendung. TiO₂-Nanopartikel zählen zu den weltweit meist produzierten Nanopartikeln und gelangen in Farben, Arzneimitteln oder auch als Lebensmittelzusatz zum Einsatz. Dabei wird zugleich jedoch eine mögliche inflammogene Wirkung von TiO₂-Nanopartikeln nach Inhalation kontrovers diskutiert. Die Aktivierung des NALP-Inflammasoms mit nachfolgender Ausschüttung des Zytokins Interleukin (IL)-1β könnte ein wesentlicher Mechanismus für die pro-inflammatorische Antwort sein. Daher haben wir untersucht, ob IL-1β als geeigneter Marker für die durch TiO₂ induzierte NALP-Aktivierung genutzt werden kann, um verschiedene TiO₂-Partikel hinsichtlich ihres inflammogenen Potentials zu diskriminieren.

Methoden/Ergebnisse Dazu wurden zunächst Zytotoxizität (WST-1 Assay) und IL-1β-Ausschüttung (ELISA) in primären murinen aus dem Knochenmark differenzierten Makrophagen, sowie in der Makrophagen-Zelllinie NR8383 nach Behandlung mit vier verschiedenen TiO₂-Proben miteinander verglichen. Um die Effekte von TiO₂ auf oxidativen Stress sowie weitere pro-inflammatorische Marker zu überprüfen, wurde zudem die mRNA-Expression von Häemoxigenase-1, induzierbarer Stickoxidsynthase sowie IL-6 mittels qRT-PCR bestimmt. Nachfolgend wurden 16 unterschiedliche TiO₂-Nanopartikel bezüglich ihres inflammogenen Potentials unter Nutzung der NR8383-Zelllinie miteinander verglichen. Dabei zeigte sich eine große Heterogenität hinsichtlich der IL-1β-Ausschüttung. Diese Variabilität der NALP-abhängigen IL-1β-Sekretion konnte in vergleichenden Experimenten mit ausgewählten TiO₂-Proben in primären Makrophagen aus NLRP3-defizienten und -kompetenten Mäusen bestätigt werden.

Schlussfolgerung/Ausblick Insgesamt unterstützen die Daten den Zusammenhang zwischen den physiko-chemischen Eigenschaften der TiO₂-Partikel und der Aktivierung des NALP-Inflammasoms. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um zu prüfen, ob die Aktivierung des NALP-Inflammasoms in der NR8383-Zelllinie ein geeignetes Werkzeug darstellt, um industriell hergestellte Nanopartikel – sowohl TiO₂-basiert als auch anderer chemischer Komposition – hinsichtlich ihres pathogenen Potentials zu beurteilen.

14 Retrospektiver Vergleich von Klinikpatienten mit feliner chronischer Bronchitis und felinem Asthma

Autoren Grotheer M¹, Hartmann K¹, Hirschberger J¹, Schulz B¹

Institut 1 Medizinische Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München

DOI 10.1055/s-0039-1692853

Einleitung Chronische Bronchitis und felines Asthma stellen die häufigsten chronischen Bronchialerkrankungen bei der Katze dar, doch gibt es bisher kaum Informationen über Signalement, klinische und labordiagnostische Veränderungen bei Katzen mit diesen Krankheitsbildern. Ziel der Studie war es, klinische und labordiagnostische Parameter zwischen Katzen beider Krankheitsgruppen zu vergleichen und mögliche Unterschiede herauszustellen.

Methoden Einschlusskriterium war ein zytologischer Nachweis einer neutrophilen oder eosinophilen Entzündung in der Untersuchung von Bronchoalveolarlavage-Flüssigkeit (BALF). Ausgeschlossen wurden Tiere mit Hinweis auf andere Erkrankungen. Patienten mit einer neutrophilen Entzündung, bei denen ein kultureller oder mikroskopischer Nachweis pathologischer Bakterien vorlag, wurden ebenfalls ausgeschlossen. Die Daten beider Gruppen wurden hinsichtlich Signalement, klinischer Symptomatik, Blutbild, Röntgenveränderungen und BALF-Zytologie ausgewertet und statistisch verglichen.

Ergebnisse Retrospektiv wurden die Daten von 24 Patienten mit chronischer Bronchitis und 72 Patienten mit felinem Asthma ausgewertet. Beide Patientengruppen wurden mit einem Altersmedian von 6 Jahren vorstellig. Männliche Tiere überwogen mit 58% in der Bronchitis- und 69% in der Asthmagruppe. Die häufigsten klinischen Symptome in der Bronchitis-/Asthmagruppe waren Husten (96% in beiden Gruppen; $p = 1,000$), pathologische Atemgeräusche (79%/82%; $p = 0,768$) und Dyspnoe (79%/72%; $p = 0,598$). Im Blutbild wiesen 16,7% der Katzen mit Bronchitis und 34,7% der Tiere mit Asthma eine Eosinophilie auf ($p = 0,1285$). Röntgenologische Lungenveränderungen lagen bei 91% der Bronchitis und bei 94% der Asthmapatienten vor ($p = 0,632$).

Schlussfolgerung/Ausblick Die Studie zeigt, dass eine Unterscheidung von felinem Asthma und chronischer Bronchitis mittels Signalement und klinischen Symptomen nicht möglich ist. Eine gesicherte Diagnose kann nur über die zytologische Untersuchung von BALF gestellt werden.

15 Vergleich von Intrakutantest und allergenspezifischem Serum-Immunglobulin E bei Katzen mit felinem Asthma und chronischer Bronchitis

Autoren Richter P¹, Stursberg U¹, Zenker I¹, Loesenbeck G², Sauter-Louis C³, Hartmann K¹, Mueller RS¹, Schulz BS¹

Institut 1 Medizinische Kleintierklinik, Tierärztliche Fakultät, LMU München, Veterinärstr. 13, 80539 München; 2 Laboklin GmbH & Co. KG, Labor für klinische Diagnostik, Steubenstr.4, 97688 Bad Kissingen; 3 Klinik für Wiederkäuer, Tierärztliche Fakultät, LMU München, Sonnenstrasse 16, 85764 Oberschleissheim

DOI 10.1055/s-0039-1692854

Einleitung Während beim felinem Asthma (FA) eine allergische Ursache angenommen wird, ist die Ätiologie der chronischen Bronchitis (CB) bei der Katze noch nicht geklärt. Ziel der Studie war der Vergleich der Ergebnisse von Intrakutantests (IKT) und von allergenspezifischem Serum-Immunglobulin E (IgE) bei Katzen mit beiden Grunderkrankungen.

Methoden Es wurden 24 Katzen mit klinischen Symptomen einer felinen Bronchialerkrankung in die Studie eingeschlossen. Die Patienten wurden nach dem zytologischen Ergebnis der Bronchoalveolarlavageflüssigkeit (BALF) in drei Gruppen eingeteilt: CB (neutrophile Entzündung ($n = 10$)), FA (eosinophile Entzündung ($n = 8$)) und physiologisches Zellbild ($n = 9$). Bei allen Patienten wurde ein standardisierter IKT für 27 verschiedene Allergene durchgeführt. Allergenspezifisches IgE wurde mit dem Fc((ϵ))R α ELISA bestimmt. Der Vergleich der Gruppen erfolgte mit dem Kruskal-Wallis Test.

Ergebnisse Die Anzahl der positiven Testergebnisse für den IKT sowie den IgE-Test in den unterschiedlichen Gruppen lag bei 19/24 (FA), 15/20 (CB) und

15/11 (physiologische BALF). Beim Vergleich der positiven Testergebnisse zwischen den einzelnen Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Für keines der getesteten Allergene bestand eine signifikante Übereinstimmung zwischen IKT und IgE-Test ($p > 0,05$).

Schlussfolgerung/Ausblick Ein Zusammenhang von FA mit einer allergischen Ätiologie konnte aus den gewonnenen Daten nicht abgeleitet werden. Derzeit sind der IKT und der IgE-Test bei Katzen mit entzündlichen Bronchialerkrankungen hinsichtlich ihrer Aussagekraft nicht miteinander vergleichbar.

16 Vergleich der Ergebnisse bakteriologischer Kulturen aus Rachentupfer, Trachealsekret und Bronchoalveolarlavage bei Hunden und Katzen mit respiratorischen Erkrankungen

Autoren Weickelt A¹, Hartmann K¹, Schulz B¹

Institut 1 Medizinische Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München

DOI 10.1055/s-0039-1692855

Einleitung In der tierärztlichen Praxis wird bei Verdacht auf eine bakterielle Infektion der unteren Atemwege bei Hunden und Katzen häufig eine bakteriologische Untersuchung (BU) von Rachentupferproben (RT) statt einer BU aus Trachealsekret (TS) oder Bronchoalveolarlavage-Flüssigkeit (BALF) durchgeführt. Ziel der Studie war es deshalb, BU-Ergebnisse aus RT, TS und BALF bei Hunden und Katzen mit respiratorischen Erkrankungen zu vergleichen und zu eruieren, ob BU-Ergebnisse aus RT die bakteriellen Befunde im unteren Respirationstrakt widerspiegeln.

Methoden Einschlusskriterium war eine Indikation zur bronchoskopischen oder blinden Gewinnung von BALF und zusätzliche Entnahme von Rachentupfer und/oder Trachealsekret mit anschließender kultureller Untersuchung. Im Rahmen der prospektiven Studie konnten 37 Hunde und 14 Katzen mit verschiedenen Erkrankungen der Atemwege beprobt werden. Bei 23 Tieren konnten RT und BAL, bei einem Tier BAL und TS und bei 27 Tieren sowohl RT als auch BAL und TBS entnommen werden.

Ergebnisse Ein positives BU-Ergebnis für mindestens eine Bakterienspezies wurde für 88% der RT, 52% der TS- und 37% der BALF-Proben nachgewiesen. Die Übereinstimmung hinsichtlich der nachgewiesenen Bakterienspezies lag für RT und BAL bei 22%, TS und BALF bei 11% und für RT und TBS bei 33%. Bei Tieren mit bakteriellen Infektionen der unteren Atemwege ($n = 15$) stimmten die BU-Ergebnisse der RT in 56% mit den Befunden von TS und in 47% mit den Ergebnissen der BALF überein.

Schlussfolgerung/Ausblick Die Übereinstimmung zwischen BU-Befunden aus RT, TS und BALF ist gering, sodass ein RT nicht die invasivere Beprobung der unteren Atemwege ersetzen kann. Ein Nachweis von Bakterien im RT stellt keine Indikation für eine antibiotische Behandlung dar.