

## 4.6 Hantaviren: Eine potentielle Gefahr als Folge der Erderwärmung? - Anmerkungen

JOSÉ L. LOZÁN & SANDRA ESSBAUER

Die Meldungen von klinisch auffälligen Hantavirus-Infektionen bei Menschen lagen in Deutschland von 2001 bis 2003 bei 106 bis 172 Fällen pro Jahr. Seit 2005 sind die Meldungen schwankend aber deutlich angestiegen; der höchste Wert wurde 2012 mit 2370 Fällen registriert. Eine Zunahme der Infektionen wird auch in anderen europäischen Ländern beobachtet. Das Auftreten von Hantaviren ist eng mit Kleinsäugetern (u. a. Mäuse, Ratten und Spitzmäuse) assoziiert. Die meisten Fälle werden in Deutschland durch das Puumala-Orthohantavirus (PUUV) verursacht, das von der Rötelmaus (*Myodes glareolus*) übertragen wird. Die Untersuchungen in Waldgebieten lassen eine Korrelation zwischen der Anzahl der Infektionen und dem Anstieg der Mäusepopulation erkennen. Dies kann z.B. durch Buchenmast bedingt sein. Folgende Gegenden wurden als endemische Gebiete für PUUV-Infektionen identifiziert: Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen.

**Hantaviruses: Potential hazard as a result of global warming? – Remarks.** The reports of clinically registered human hantavirus infections in Germany were between 106 and 172 cases per year from 2001 to 2003. Since 2005 the numbers of reported cases have been fluctuating but nevertheless were significantly increasing; the highest value was registered in 2012 with 2370 cases. An increase of human infections has also been observed in other European countries. The occurrence of hantaviruses is closely associated with small mammals (including mice, rats and shrews). Most cases in Germany are caused by the Puumala Orthohantavirus (PUUV), which is transmitted by bank voles (*Myodes glareolus*). The investigations in forest areas revealed a correlation between the number of infections and the increase in mouse populations. This can e.g. be connected with strong beech masts. The following areas have been identified as endemic areas for PUUV infections: Baden-Württemberg, Bavaria, Lower Saxony, North Rhine-Westphalia and Hesse.

Seit Einführung des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) im Jahr 2001 gibt es in Deutschland eine Meldepflicht für akute, das heißt, klinisch auffällige, Hantavirus-Infektionen (siehe [SurvStat@RKI](mailto:SurvStat@RKI) 2.0). Die Zahlen der jährlich gemeldeten Hantavirus-Fälle bei Menschen unterliegen in Deutschland starken regionalen und saisonalen Schwankungen und waren deutlich erhöht in den Jahren 2007, 2010, 2012 und 2017 (Abb. 4.6-1). Die Kernsymptome der Infektionen bei Menschen schwanken in Europa von unspezifischen Grippe-ähnlichen Symptomen bis zu hohem Fieber, Myalgien (Muskelschmerzen), Kopfschmerz, gastro-intestinalen Beschwerden und akutem Nierenversagen. Im Jahr 2012 wurde mit 2.370 gemeldeten Fällen in Deutschland der bis jetzt höchste Wert erreicht. Das weltweite Auftreten von Hantaviren ist eng mit Kleinsäugetern assoziiert. Zu dieser Gruppe gehören die Ordnung der Nagetiere (u. a. Mäuse und Ratten) sowie die

Ordnung der Insektenfresser (u. a. Spitzmäuse). Kleinsäuger sind natürliche Reservoirwirte von unterschiedlichen Hantaviren, meist ohne dabei selbst zu erkranken. Die meisten Hantavirus-Infektionen bei Menschen in Deutschland werden in West- und Süddeutschland beobachtet (DREWES et al. 2017) (Abb. 4.6-2); sie werden durch das von der Rötelmaus (*Myodes glareolus*) übertragene Puumala-Orthohantavirus (PUUV) verursacht. Infektionen in Ost- und Nordostdeutschland sind weniger häufig und wurden vermutlich durch eine in anderen Gebieten erfolgte Ansteckung mit PUUV oder durch das Dobrava-Belgrad-Orthohantavirus (DOBV) Genotyp Kurkino (REIL et al. 2018) hervorgerufen, dessen Wirt die Brandmaus (*Apodemus agrarius*) ist. Vor wenigen Jahren wurden neue Hantaviren bei Spitzmäusen, Maulwürfen und Fledermäusen beschrieben (z.B. HOLMES & ZHANG 2015; ESSBAUER & KRAUTKRÄMER, 2015).

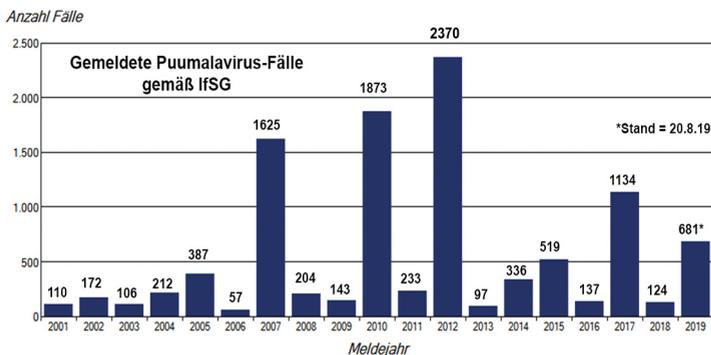


Abb. 4.6-1: Gemeldete Puumala-Orthohantavirus-Fälle seit Einführung des IfSG (Daten: [SurvStat@RKI](mailto:SurvStat@RKI) 2.0, <https://survstat.rki.de>, Abfragedatum: 20.08.2019). Die Anzahl der gemeldeten Dobrava-Belgrad-Orthohantavirus-Fälle im gleichen Zeitraum schwankten zwischen 0 (2003) und 33 (2012). Hantavirus-Fälle, die nicht eindeutig zugeordnet werden konnten, kommen hinzu.

**Zur Geschichte der Hantaviren**

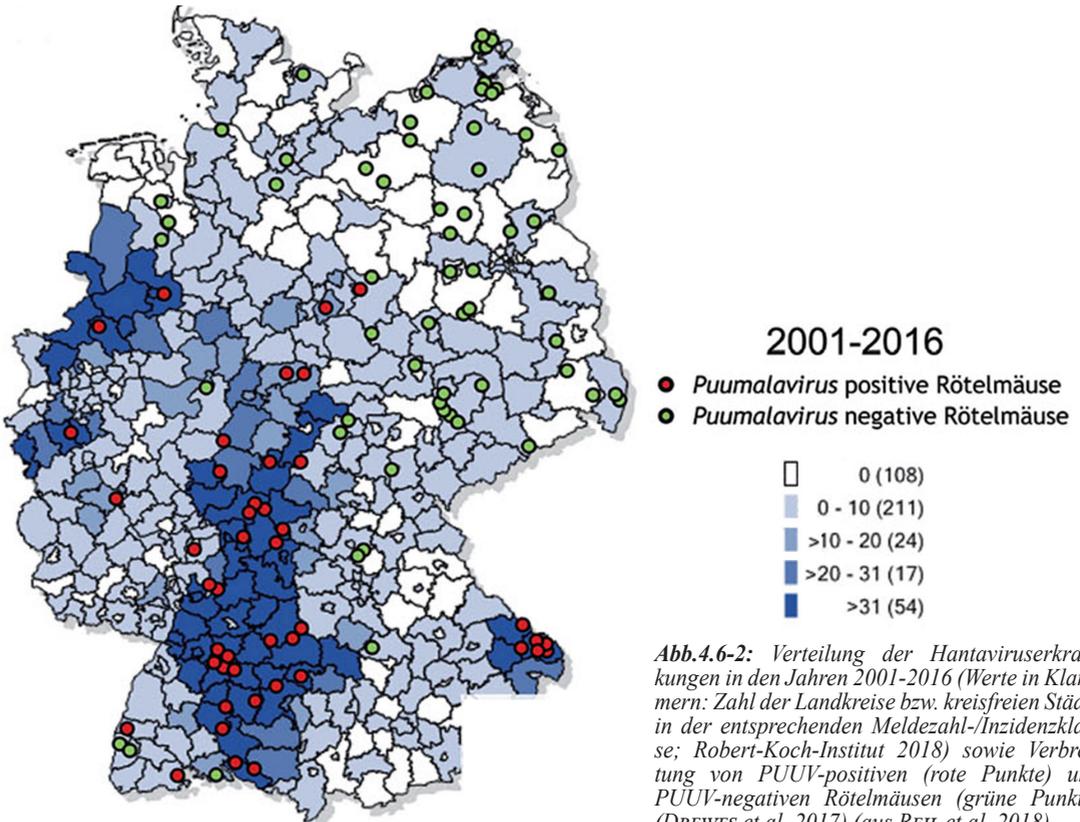
Hantaviren rückten Anfang der 1950er-Jahre während des Korea-Krieges in den Fokus der Wissenschaft, als mehr als 3.000 nordamerikanische Soldaten sich mit dem damals unbekanntem Erreger infizierten und an hämorrhagischem Fieber erkrankten. Die Erreger gehören zur Familie Orthohantaviridae, die unter anderem die humanpathogenen Arten Puumala-Orthohantavirus (PUUV), Dobrava-Belgrad-Orthohantavirus (DOBV), Tula-Orthohantavirus (TULV), Seoul-Orthohantavirus (SEOV), Sin-Nombre-Orthohantavirus (SNV) und Andes-Orthohantavirus (ANDV) umfasst. Das PUUV, das eine weite Verbreitung in Europa und Asien hat, wurde Anfang der 1980er-Jahre u. a. in Finnland entdeckt. HEYMAN et al. 2011 berichteten über PUUV-Infektionen bei Menschen in Skandinavien, Mittel- und Westeuropa; bis heute sind aus Europa nur wenige Todesfälle bekannt.

**Regionale Verbreitung der Hantaviren**

Abb. 4.6-2 zeigt die Verteilung der Hantavirus-Fälle in Deutschland zusammengefasst für die Jahre 2001-2016. Die dunkelblau gefärbten Gebiete sind diejenigen, in

denen häufig über lange Zeiträume Infektionen mit dem PUUV auftreten (Endemiegebiete). Dabei handelt es sich um bestimmte Gegenden von Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen, z. B. die schwäbische Alb, den Spessart, den Bayerischen Wald, den Raum Osnabrück etc. In Abb. 4.6-3 ist die Verteilung der klinisch auffälligen Hantavirus-Fälle im Jahr 2012 und 2017 dargestellt, den letzten beiden starken Ausbruchsjahren (hierzu siehe Abb. 4.6-1). Die Verteilungsähnlichkeit bestätigt die o. g. Endemiegebiete. Wie es zu erwarten ist, wurden auch in den dunkelblau gefärbten Gebieten PUUV-positive Rötelmäuse nachgewiesen (Abb. 4.6-2).

Wie aus Abb. 4.6-1 ersichtlich, schwankt die Zahl der Krankheitsfälle beim Menschen von Jahr zu Jahr stark. Dies korreliert u. a. mit vielen Bucheckern (»Buchenmast«). Durch gute Nahrungsbedingungen können die Reservoirwirte den Winter besser überleben und im nächsten Jahr Populationen mit hohen Individuendichten erreichen (REIL et al. 2015). Zudem wurde eine Abhängigkeit der PUUV-Seroprävalenz (Anzahl der serologisch Hantavirus-Positiven zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer bestimmten Population)



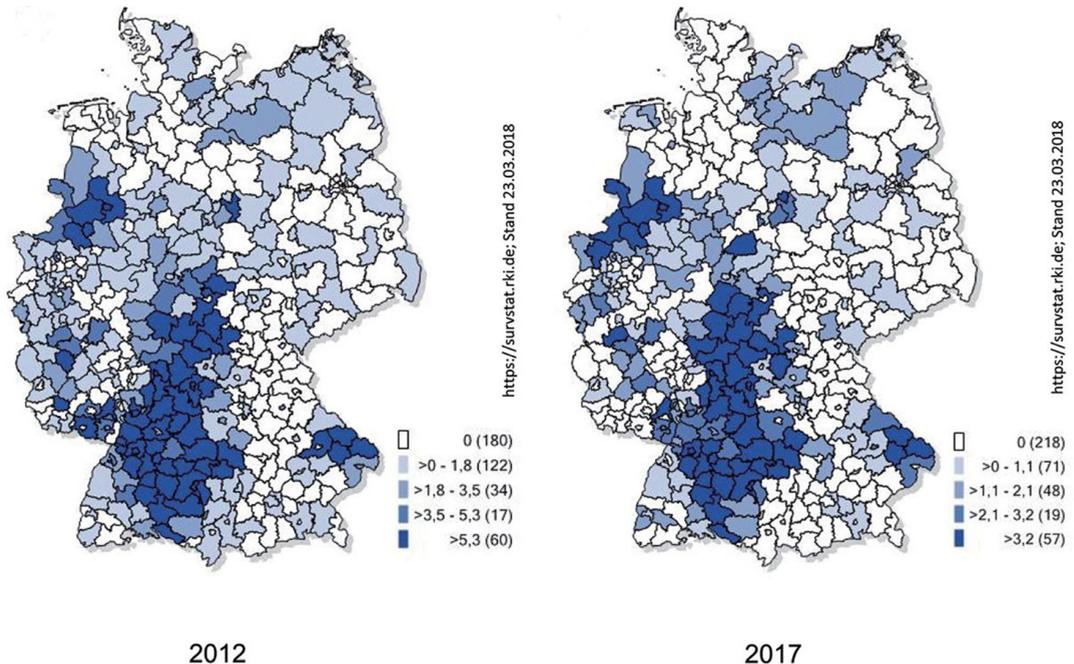
von mehrjährigen aber auch saisonalen Schwankungen der Kleinsäugerzahl festgestellt (REIL et al. 2017). Das heißt, es besteht bei hohen Populationsdichten eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Weitergabe der Viren von Tier zu Tier und die Gefahr einer Hantavirus-Infektion bei Menschen in den betroffenen Gebieten. Auf der Basis dieser Information zusammen mit Wetterparametern (Temperaturen und Niederschlägen) wird versucht, anhand von Modellen eine Vorhersage von PUUV-Erkrankungshäufungen zu machen (REIL et al. 2018). Frühzeitige Warnungen vor steigenden Infektionen könnten den öffentlichen Gesundheitsdienst verbessern.

### Übertragung der Hantaviren

Hantaviren werden von infizierten Kleinsäufern über Speichel, Urin und Kot ausgeschieden und bleiben je nach Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit etwa bis zu zwei Wochen infektiös. Eine Übertragung auf den Menschen (Zoonose) erfolgt meist indirekt durch Einatmen von Virus-belasteten Stäuben. Weitere Infektionen gibt es durch direkten Kontakt mit den Nagetieren und deren Ausscheidungen. Es gibt daher eine besondere Gefährdung beim Aufenthalt in Schuppen, Ställen oder Häusern, in denen Nagetiere vorkommen oder vorkamen. Staubeentwicklung sollte daher vermieden werden

und mit Ausscheidungen der Nagetiere kontaminierte Bereiche sollen befeuchtet werden, um eine Staubaufwirbelung zu verringern. Auch bei Arbeiten im Garten und in der Landwirtschaft kann man sich infizieren.

Ein erhöhtes Infektionsrisiko durch Orthohantaviren gibt es in Wäldern besonders nach einem Mastjahr. Zu den hochgefährdeten Personen gehören z.B. Waldarbeiter. Bei Gartenarbeiten können die Viren auch über kleine Verletzungen in den Körper eindringen. Auch durch Einnahme verunreinigter Lebensmittel ist eine Infektion möglich. Es wird daher empfohlen beim Reinigen von mit Mäuseauscheidungen kontaminierten Bereichen oder beim Entfernen von toten Mäusen, eine Atemschutzmaske (Typ FFP3) und Handschuhe zu tragen. Nach den Arbeiten wird ein gründliches Waschen der Hände mit Seife empfohlen. *Abb. 4.6-4* zeigt, dass die meisten Infektionen zwischen der 20. und 30. Woche registriert werden. Auch während dieser Jahreszeit wird die höchste Individuendichte beobachtet (REIL et al. 2017). Die Autoren untersuchten 2.800 Rötelmäuse aus ganz Deutschland von 2010 bis 2013 und stellten fest, dass 566 (20 %) Individuen PUUV-positiv waren. Fast 99 % (561 Mäuse) der Tiere stammten aus Gebieten in Süd- oder Westdeutschland und nur 5 Tiere aus Nord- und Ost-Deutschland. Das bestätigt die o. g. Beobachtung von DREWES et al. (2017). REIL et al. (2017) konn-



**Abb.4.6-3:** Hantavirus-Erkrankungen in den Jahren 2012 (links) und 2017 (rechts). Werte in Klammern: Zahl der Landkreise bzw. kreisfreien Städte in der entsprechenden Meldezahl-/Inzidenzklasse (Robert Koch-Institut 2018) (aus REIL et al. 2018).

ten auch bei dieser Untersuchung die höchste Anzahl der PUUV-positiven Tiere im Sommer 2010 und 2012 feststellen. Wie oben bereits erwähnt, sind dies die Jahre mit den überhöhten gemeldeten Hanta-Virus-Fällen.

**Symptome bei einer Infektion – Vorbeugemaßnahme**

Die klinischen Symptome und die Schwere einer Hantavirus-Infektion hängen im Allgemeinen von der Orthohantavirus-Spezies ab. Bisher sind zwei Syndrome bekannt. Das hämorrhagische Fieber mit Nierensyndrom (HFRS) und das Hantavirus Cardiopulmonare-Syndrom (HCPS). HFRS tritt in Europa, Asien und Afrika auf (CUNZE et al. 2018) und führt beim Menschen häufig zu fiebrigen grippeähnlichen Symptomen, was eine nicht zu unterschätzende Dunkelziffer an Nicht- und Fehldiagnosen vermuten lässt. Erste Beschwerden zeigen sich in der Regel 2 bis 4 Wochen nach der Ansteckung. Bei schweren Verläufen können Nierenfunktionsstörungen, Nierenversagen oder sogar Nierenschädigung und Blutungen (hämorrhagisch) auftreten.

Informationen zur klinischen Symptomatik sind enthalten unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Hantaviren.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Hantaviren.html).

Gegen eine Hantavirusinfektion gibt es keinen Impfstoff. Vorbeugemaßnahmen (Prophylaxe) sind daher wichtig (siehe hierzu Merkblatt 2019: Wie vermeide ich Hantavirusinfektionen? [https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00020232/Hantavirus-Informationsblatt\\_2019.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00020232/Hantavirus-Informationsblatt_2019.pdf)).

**Schlussbetrachtung**

Als Folge der Erderwärmung werden die Winter milder, die häufige Mastjahre der Buchen begünstigen können und so Jahre mit vielen Rötelmäusen wahrscheinlicher machen (IMHOLT et al. 2015). Diese klimatischen Fak-

toren könnten künftig einen Anstieg der Puumala-Orthohantavirus-Infektionen bewirken. In Städten ist eine potenzielle Gefährdung durch Hantaviren in Schrebergärten (Lauben) und generell in Häusern mit Garten oder Parks gegeben (ESSBAUER et al. 2007). Auch die Extremereignisse wie Überschwemmungen können erhöhte humane Infektionsraten bewirken, da Oberflächenwasser durch Nagetierausscheidungen kontaminiert werden und die Nagetiere ihre natürlichen Lebensräume verlassen und in Häuser eindringen (IMHOLT et al. 2014); diese potenzielle Gefahr ist jedoch eher mit den Bakterien Leptospiren assoziiert.

Mit Ausnahme der Arbeit von ESSBAUER et al. (2007), die eine große Anzahl von PUUV-Infektionen in der Stadt Köln beschreibt, stammen die meist bekannten wissenschaftlichen Fakten über Hantaviren aus ländlichen Regionen, vor allem aus Waldgebieten. In Köln traten die Infektionen nahe des Stadtwaldes auf. Da große Mäusepopulationen auch in Städten, deren Parks und in ihren Randgebieten verbreitet sind, sind dort ebenfalls Infektionen mit Orthohantaviren möglich.

**Weitere Informationen - Institutionen**

- a) RoBoPub-Zoonoseforschungsverbund (Rodent-Borne-Pathogens-and-Public-Health, d. h. Nagetierübertragene Krankheitserreger und öffentliche Gesundheit) ist ein interdisziplinäres Vorhaben zur Verbesserung der öffentlichen Gesundheit durch ein besseres Verständnis der Epidemiologie nagetierübertragener Krankheiten,
- b) Das Netzwerk »Nagetier-assoziierte Pathogene« (NaÜPa-Net), um Daten zur Populationsdichte von Nagetieren, der Prävalenz der assoziierten pathogene und klimatischen Bedingungen in Deutschland zu sammeln,

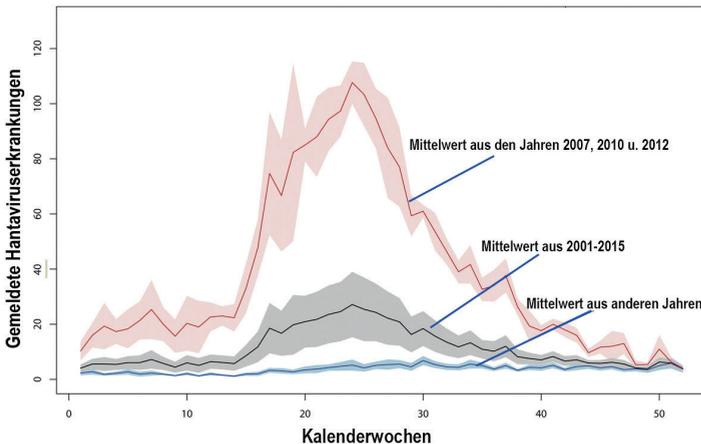


Abb. 4.6-4: Saisonale Verteilung der beim Robert-Koch Institut (RKI) gemeldeten Hantavirus-Erkrankungen. Das Maximum wird etwa zwischen Mai und Juli erreicht (aus Cunze et al. 2018 - verändert).

- c) <https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/hantavirus-erkrankungen/>,  
 d) <https://www.infektionsschutz.de/erregersteckbriefe/hantaviren/#c826>,  
 e) [www.rki.de/hantaviren](http://www.rki.de/hantaviren) (Robert Koch-Institut). Hantavirusfälle unter SurvStat@RKI 2.0,  
 f) [www.fli.bund.de](http://www.fli.bund.de) (Friedrich-Loeffler-Institut),  
 g) [www.JKI.de](http://www.JKI.de) (Julius Kühn-Institut) und  
 h) Merkblatt (2019): Wie vermeide ich Hantavirusinfektionen? [https://www.openagrar.de/servlets/MCR-FileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00020232/Hantavirus-Informationenblatt\\_2019.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCR-FileNodeServlet/openagrar_derivate_00020232/Hantavirus-Informationenblatt_2019.pdf).

### Danksagung

Für die Korrekturen und wertvolle Anregungen zur Ergänzung des Manuskripts danken wir Dr. Daniela Reil sowie Dr. Christian Imholt aus dem Julius Kühn-Institut (JKI).

### Literatur

- CUNZE S., J. KOCHMANN, T. KUHN, R. FRANK, D. D. DÖRGE & S. KLIMPEL (2018): Spatial and temporal patterns of human Puumala virus (PUUV) infections in Germany. *PeerJ* 6: e4255. <https://doi.org/10.7717/peerj.4255>.
- DREWES S., H. S. ALI, M. SAXENHOFER, U. M. ROSENFELD, F. BINDER, F. CUYPERS, M. SCHLEGEL, S. RÖHRS, G. HECKEL & R. G. ULRICH (2017): Host-associated absence of human Puumala virus infections in Northern and Eastern Germany. *Emerging infectious diseases* 23: 83-86.
- ESSBAUER S. S., E. KRAUTKRÄMER (2015). Hantaviruses-Infections, Epidemiology and Hosts. Published in *Zoonoses-Infections Affecting Humans & Animals*; 2015, pp749-783.
- ESSBAUER S. S., J. SCHMIDT-CHANASIT, E. L. MADEJA, W. WEGENER, R. FRIEDRICH, R. PE-TRAITYTE & F. J. CONRATHS (2007). Nephropathia epidemica in metropolitan area, Germany. *Emerging infectious diseases*, 13(8), 1271.
- HEYMAN P., S. CEIANU, I. CHRISTOVA, N. TORDO, M. BEERSMA et al. (2011): A five-year perspective on the situation of haemorrhagic fever with renal syndrome and status of the hantavirus reservoirs in Europe, 2005-2010. *Euro Surveill* 16: pii: 19961.
- HOLMES E. C. & Y. Z. ZHANG (2015): The evolution and emergence of hantaviruses. *Curr Opin Virol* 10: 27-33.
- IMHOLT C., S. ESSBAUER, J. JACOB & R. G. ULRICH (2014): Klima, Nagetiere und Nagetier-assoziierte Krankheitserreger. In: Lozán, J. L., Grassl, H., Karbe, L. & G. Jendritzky (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen*. 2. Auflage. Elektronische Veröffentlichung (Kap. 3.2.19) - [www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de](http://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de).
- IMHOLT C., D. REIL, J. A. ECCARD, D. JACOB, N. HEMPELMANN & J. JACOB (2015): Quantifying the past and future impact of climate on outbreak patterns of bank voles (*Myodes glareolus*). *Pest management science*, 71(2), 166-172.
- REIL D., U. M. ROSENFELD, C. IMHOLT, S. SCHMIDT, R. G. ULRICH, J. A. ECCARD & J. JACOB (2017): Puumala hantavirus infections in bank vole populations: host and virus dynamics in Central Europe. *BMC ecology* 17: 9.
- REIL D., F. BINDER, J. FREISE, CHR. IMHOLT, K. BEYRER, J. JACOB, D. H. KRÜGER, J. HOFMANN, J. DREESMAN & R. G. ULRICH (2018): Hantaviren in Deutschland: Aktuelle Erkenntnisse zu Erreger, Reservoir, Verbreitung und Prognosemodellen. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*. DOI 10.2376/0005-9366-18003.

### Kontakt:

Dr. José L. Lozán  
 Universität Hamburg  
 Lozan@uni-hamburg.de  
 PD Dr. rer. nat. Sandra Eßbauer  
 Virologie & Rickettsiologie  
 Institut für Mikrobiologie der Bundeswehr, München  
 sandraessbauer@bundeswehr.org

LOZÁN, J. L. & S. ESSBAUER (2019): Hantavirus: Eine potentielle Gefahr als Folge der Erderwärmung? - Anmerkungen In: LOZÁN J. L. S.-W. BRECKLE, H. GRASSL, W. KUTTLER & A. MATZARAKIS (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Die Städte*. 147-151. Online: [www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de](http://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de). DOI:10.2312/warnsignal-klima.die-staedte.21.