

BioFokus

Domestizierte Tiere und die Coronavirus Pandemie

Einblick in die Forschung an SARS-CoV-2 bei Tieren

Dr. Tatjana Chan, med. vet. Julia Klaus, Dr. Marina Meli,

Prof. Dr. Regina Hofmann-Lehmann

Veterinärmedizinisches Labor, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich

Animaux domestiques et pandémie de coronavirus

Aperçu de la recherche sur le SARS-CoV-2 chez les animaux

Dr. Tatjana Chan, med. vet. Julia Klaus, Dr. Marina Meli,

Prof. Dr. Regina Hofmann-Lehmann

Laboratoire de médecine vétérinaire, Faculté Vetsuisse, Université de Zurich

Forschung für Leben


www.forschung-leben.ch

«Forschung für Leben» wurde 1990 gegründet. Der Verein informiert über die Ziele, Aufgaben und die Bedeutung der molekularbiologischen, medizinischen und pflanzenphysiologischen Forschung. Er ist bestrebt, auch ethische Fragen des mit diesen Bereichen verbundenen Fortschritts aufzugreifen und zu diskutieren.

Werden Sie Mitglied bei «Forschung für Leben»

elektronisch auf:

<https://www.forschung-leben.ch/ueber-uns/mitgliedschaft/>

oder per Schneckenpost an:

Verein «Forschung für Leben», 8000 Zürich
T +41 78 933 04 76, buch@forschung-leben.ch

IMPRESSUM

BioFokus

ISSN 2673-5040
30. Jahrgang

Herausgeber

«Forschung für Leben»

Autoren:

Dr. Tatjana Chan
Med. vet. Julia Klaus
Dr. Marina Meli
Prof. Dr. Regina Hofmann-Lehmann

Redaktion

Prof. Dr. Felix Ehrensperger
Prof. Dr. Martin Schwyzer
Dr. Iana Buch

Gestaltung

Pomcanys Marketing AG, www.pomcanys.ch

Geschäftsstelle

Verein «Forschung für Leben»
8000 Zürich
www.forschung-leben.ch

Bankverbindung

ZKB Wiedikon, IBAN: CH27 0070 0111 5012 7795 2

Zusammenfassung

Résumé

Worum es geht

Seit Beginn der Coronavirus Pandemie im Jahr 2020 untersucht eine Forschungsgruppe des Veterinärmedizinischen Labors der Vetsuisse-Fakultät Zürich unter der Leitung von Regina Hofmann-Lehmann SARS-CoV-2 Infektionen bei Haus- und Nutztieren.

Früh in der Pandemie zeigte sich, dass nicht nur Menschen, sondern auch gewisse Haustiere, wie Katzen und Hunde, für SARS-CoV-2 empfänglich sind. Nachdem der erste Fall eines SARS-CoV-2 infizierten Zwergspitzes aus Hong Kong bekannt wurde, wurde klar, dass die Forschung an SARS-CoV-2 auch bei Tieren und insbesondere bei Tieren mit engem Kontakt zum Menschen, eine wichtige Rolle spielen wird. Die Schweiz zählt in jedem dritten Haushalt ein Haustier. Dies entspricht im Jahr 2020 über 1,7 Millionen Katzen und einer halben Million Hunde, welche meist in engem Kontakt zum Menschen leben.

Im ersten Jahr der Pandemie wurden in Europa, in Nord- und Südamerika sowie in Asien vereinzelt Fälle von SARS-CoV-2 Infektionen bei Hunden und insbesondere Katzen mittels molekularer Methoden nachgewiesen. In der zweiten Welle der Pandemie fand das Veterinärmedizinische Labor die erste auf SARS-CoV-2 positiv getestete Katze der Schweiz, welche durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit (BLV) an die Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE) gemeldet wurde. Mit der Ausnahme infizierter Nerze, wurden bisher eher selten SARS-CoV-2 Infektionen bei Tieren nachgewiesen. Bei diesen sowie auch bei den in der Schweiz bisher sporadisch positiv getesteten Katzen und dem Hund ist anzunehmen, dass sie sich durch den Kontakt mit infizierten Besitzerinnen oder Besitzern angesteckt haben.

Dies unterstreicht, dass auch beim Umgang mit Haustieren in COVID-19 betroffenen Haushalten auf das Einhalten von Hygienemassnahmen zu achten ist, um eine Weiterverbreitung des Virus im Kontaktfeld von Menschen und Tieren, auch im Sinne des One-Health Aspekts, zu vermeiden.

Hier möchten wir das erfolgreiche und spannende Jahr Revue passieren lassen und einen Einblick in den aktuellen Wissensstand und unsere Forschung zu SARS-CoV-2 bei Haustieren geben.

De quoi s'agit-il?

Depuis le début de la pandémie de coronavirus en 2020, une équipe de recherche du laboratoire de médecine vétérinaire de la Faculté Vetsuisse de Zurich, dirigée par Regina Hofmann-Lehmann, étudie les infections au SARS-CoV-2 chez les animaux familiers et de rente.

Au début de la pandémie, on a vite constaté que le SARS-CoV-2 pouvait contaminer non seulement l'être humain, mais aussi certains animaux domestiques comme le chien ou le chat. Un loulou de Poméranie (Spitz nain) de Hong Kong infecté par le SARS-CoV-2 a été le premier cas connu et a attiré l'attention sur le fait que la recherche sur le SARS-CoV-2 chez l'animal allait, elle aussi, jouer un rôle important, en particulier chez les animaux en étroit contact avec l'être humain. Un ménage suisse sur trois a un animal familier, soit, en 2020, plus de 1,7 millions de chats et un demi-million de chiens qui vivent en général en contact étroit avec l'être humain.

Au cours de la première année de pandémie, des cas isolés d'infections au SARS-CoV-2 ont été mis en évidence par des méthodes moléculaires chez le chien et en particulier le chat, en Europe, en Amérique du Nord et du Sud ainsi qu'en Asie. Lors de la deuxième vague pandémique, le laboratoire de médecine vétérinaire a testé les premiers chats positifs au SARS-CoV-2 en Suisse, que l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) a déclarés à l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE). Jusqu'à présent, les infections au SARS-CoV-2 ont été relativement rarement mises en évidence chez l'animal, à l'exception des visons. Chez ceux-ci comme chez les chats et les chiens testés en Suisse jusqu'à présent de manière sporadique, on peut supposer qu'ils ont été contaminés au contact de leurs propriétaires infectés.

Cela souligne que la manipulation des animaux de compagnie dans les ménages touchés par la COVID-19 doit se faire dans le respect des règles d'hygiène afin d'éviter une propagation du virus entre humains et animaux, y compris dans la perspective de l'approche «One Health».

Nous passons ci-après en revue une année passionnante et pleine de succès et donnons un aperçu de l'état actuel des connaissances et de nos recherches sur le SARS-CoV-2 chez les animaux domestiques.

Domestizierte Tiere und die Coronavirus Pandemie

Inhaltsverzeichnis

- **Einleitung** 4
- **Welche Tierarten sind für SARS-CoV-2 empfänglich?** 6
- **Hygienemanagement in COVID-19 Haushalten mit Haustieren** 7
- **SARS-CoV-2 Diagnostik bei Tieren im Veterinärmedizinischen Labor Zürich** 7
- **Auswirkungen der Pandemie auf die Haltung von Haustieren** 10
- **Resümee** 10

Einleitung

Ende Dezember 2019 sind in der Stadt Wuhan, der chinesischen Provinz Hubei in China vermehrt Fälle einer «Lungenentzündung unbekannter Genese» aufgetreten. Innerhalb weniger Wochen wurde als Ursache ein neuartiges Coronavirus isoliert, welches später den Namen SARS-CoV-2 (engl. für severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) erhielt. Bereits seit Beginn der Coronavirus Pandemie, beschäftigen sich ForscherInnen des Veterinärmedizinischen Labors der Vetsuisse Fakultät Zürich mit SARS-CoV-2, dessen Verbreitung und die mögliche Übertragung auf Tiere. Den Ursprung von SARS-CoV-2 vermutete man anfangs auf einem Wet-Sea-food-Markt in Wuhan, wo mit frischem Fleisch und mit lebenden Tieren gehandelt wird (Wang et al., 2020; Wikipedia, 2021a, 2021b; World Health Organization, 2020c). Anhand von Genomanalysen wird angenommen, dass das neue Coronavirus, SARS-CoV-2, aus Fledermäusen stammt und über einen Zwischenwirt, auf den Menschen übertragen wurde. Als Zwischenwirt werden Schuppentiere vermutet, jedoch konnte dies noch nicht umfassend bestätigt werden (Lam et al., 2020; Zhou et al., 2020).

Das hochansteckende Virus verbreitete sich weltweit und Mitte März 2020 wurde SARS-CoV-2 von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Pandemie eingestuft (World Health Organization, 2020f). Die Johns Hopkins Universität verzeichnet derzeit 150 532 861 bestätigte COVID-19 Fälle und 3 165 999 Todesfälle weltweit (Stand 30. April 2021) (Johns Hopkins University & Medicine, 2021). Innerhalb des ersten Jahres zählt die Schweiz seit dem ersten positiven Fall (24. Februar 2020) 658 143 bestätigte SARS-CoV-2 Infektionen und 10 019 Todesfälle beim Menschen (Stand 29. April 2021) (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2021). Im November 2020 wurde erstmals eine mit SARS-CoV-2 infizierte Katze in der Schweiz nachgewiesen (Klaus et al., 2021; World Organisation for Animal Health, 2021a).

Bei SARS-CoV-2 hat sich bereits früh gezeigt, dass nicht nur der Mensch infiziert werden kann, sondern auch andere Säugetiere empfänglich für eine Infektion sind. In der Schweiz gibt es in jedem dritten Haushalt ein Haustier. Dies entspricht im Jahr 2020 über 1,7 Millionen Katzen und eine halbe Million Hunde, welche meist in engem Kontakt zu Menschen leben. SARS-CoV-2 wird fast ausschliesslich durch direkten Kontakt von Mensch zu Mensch übertragen (World Health Organization, 2020e), jedoch haben Tiere oftmals engen Kontakt zu Menschen und mögliche Übertragungen aufs Tier durch infizierte Menschen und damit einhergehende mögliche Auswirkungen auf Haus- und Nutztiere müssen überwacht werden.

Die ForscherInnen des Veterinärmedizinischen Labors der Vetsuisse-Fakultät Zürich untersuchen aktuell im Rahmen eines Forschungsprojekts Proben von Haus- und Nutztieren auf das Vorhandensein von SARS-CoV-2 genomischem Material (RNA) und Antikörpern gegen SARS-CoV-2. Besonderes Augenmerk gilt Tieren, welche Kontakt zu SARS-CoV-2 positiven Personen hatten. In Zusammenarbeit und durch Förderung der Universität Zürich (UZH), des Bundeamtes für Gesundheit (BAG) und dem BLV konnte eine speziesübergreifende Studie zur Überwachung von SARS-CoV-2 Infek-

tionen von Haus- und Nutztieren in der Schweiz, Norditalien und Süddeutschland aufgebaut werden. Gestartet hat dieses Forschungsprojekt im März 2020 und bisher konnten fünf SARS-CoV-2 positive Katzen und ein Hund an die OIE gemeldet werden.

Bisher sind Nachweise von aktiven Infektionen bei Haustieren mittels molekularer Methoden wie RT-PCR (Nachweis der viralen RNA in Nasen-, Maul-, Kottupfern) selten. Im Gegensatz dazu konnten Studien, welche eine Prävalenz (Häufigkeit) mittels Antikörpernachweis bei Hunden und Katzen untersuchen, bereits durchgemachte Infektionen häufiger nachweisen. In einer Studie aus Frankreich testeten rund ein Viertel der Katzen (10/47) und ein Sechstel (8/34) der Hunde, welche aus COVID-19 betroffenen Haushalten stammten, Antikörper-positiv (Fritz et al., 2021); in einer anderen Studie aus Texas, USA, bei der ebenfalls gezielt Katzen und Hunde aus COVID-19 Haushalten untersucht wurden, waren 7/16 Katzen (44%) und

7/59 Hunde (11.9%) Antikörper-positiv (Hamer et al., 2020). Das Vorliegen von Antikörpern gegen SARS-CoV-2 bestätigt, dass das Tier eine Infektion durchgemacht hat. Generell gilt wohl, dass vor allem Katzen und Hunde in engem Kontakt mit an COVID-19 erkrankten Personen einem gewissen SARS-CoV-2 Infektionsrisiko ausgesetzt sind, wohingegen in der gesamten Hunde- und Katzenpopulation eine Infektion ein eher seltenes Ereignis darstellt. Dies konnte in einer Studie aus Deutschland gezeigt werden, bei der 920 Katzen aus Haushalten unabhängig von COVID-19 Vorgeschichte untersucht wurden. Sechs von 920 Katzen (0,69%) wurden positiv auf Antikörper gegen SARS-CoV-2 getestet (Michelitsch et al., 2020).

Die Resultate dieser Studien aus den unterschiedlichen Ländern sollten jedoch kritisch betrachtet werden, da meist kleine Tierzahlen untersucht wurden und bisher auch sehr unterschiedliche Tierpopulationen getestet wurden. Ebenso sind die Resultate nur bedingt vergleichbar, da unterschied-

Infobox: SARS-CoV-2



Familie: Coronaviridae

Genus: Betacoronavirus

- behülltes, einzelsträngiges RNA Virus
- siebtes bekanntes humanpathogenes Coronavirus; welche alle ihren Ursprung in Tieren hatten

Bindung an Wirtszelle

virales Oberflächenprotein Spikeprotein, mit der Rezeptorbindungsdomäne, bindet an den Wirtszellrezeptor Angiotensin-Converting-Enzym 2 (**ACE-2**) (Wang et al., 2020).

ACE-2 Rezeptoren kommen bei **verschiedensten Säugetierarten** und in **verschiedenen Organen** an der Zelloberfläche vor (vor allem in Lunge, Darm und Nieren) (Rashedi et al., 2020).

Häufigste Symptome beim Menschen



- Fieber
- Trockener Husten
- Müdigkeit
- Geruchsverlust, Bindehautentzündung, Kopf- und Muskelschmerzen (Liste nicht vollständig) (World Health Organization, 2020a).

liche Methoden zur Bestimmung der Antikörper zum Einsatz gekommen sind.

Welche Folgen die Verbreitung von SARS-CoV-2, in einer hoch empfänglichen Nutztierart haben kann, hat das Beispiel der Nerze in Pelzfarmen gezeigt. Die Niederlande meldete im April 2020 die ersten beiden SARS-CoV-2 positiven Nerzfarmen (Oreshkova et al., 2020; Oude Munnink et al., 2021). Dänemark, als weltweit einer der grössten Pelzexporteure, zeigte Anfang Dezember 2020, dass ca. 20% der dänischen Nerzfarmen mit SARS-CoV-2 infiziert waren. Europa beherbergt immer noch rund 5 000 Pelzfarmen in 23 Ländern und ist somit führend in der Pelzindustrie. Von April 2020 bis Januar 2021 haben 10 Länder, darunter acht EU-Mitgliedsstaaten, SARS-CoV-2 positive Nerzfarmen an die OIE gemeldet: Dänemark (207 Farmen), Lettland (zwei Farmen), die Niederlande (69 Farmen), Spanien (eine Farm), Schweden (13 Farmen), Italien (eine Farm), Frankreich (eine Farm), Griechenland (17 Farmen), die USA (17 Farmen) und Kanada (zwei Farmen). Es zeigte sich, dass eine SARS-CoV-2-Übertragung von Nerzen auf ei-

nige Arbeiter der Nerzfarmen stattgefunden hat (Oude Munnink et al., 2021). Zusätzlich wurde durch Testung anderer Tiere, welche auf oder um diese Farmen leben, eine Übertragung auf Katzen und Hunde festgestellt (Boklund et al., 2021). Da die Verbreitung von SARS-CoV-2 innerhalb der Nerzpopulationen zu Mutationen des Virusgenoms geführt hatte, wurden auf Anordnung der dänischen Regierung mehr als 17 Millionen Nerze ge-keult, um eine weitere Verbreitung von Infektionen auf den Menschen und innerhalb der Farmen zu vermeiden (Hammer et al., 2021; nbc news, 2020; World Health Organization, 2020d).

Welche Tierarten sind für SARS-CoV-2 empfänglich?

Bereits früh konnten bestimmte Tierarten anhand experimenteller Studien als hoch und andere als nicht oder nur schwach empfänglich für eine SARS-CoV-2 Infektion eingestuft werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Empfänglichkeit verschiedener Tierarten und die Fähigkeit eine Infektion innerhalb der Spezies oder auf den

Tabelle 1: Übersicht zur SARS-CoV-2 Empfänglichkeit verschiedener domestizierter Tierarten und Zootiere, deren klinische Symptome und die Übertragung innerhalb derselben Tierart, sowie die Übertragung auf den Menschen

Tierart	Empfänglichkeit ¹	Klinische Symptome	Übertragung zu Kontakttieren ²	Übertragung von Tier auf Menschen
Katzen	+++ _{n,e}	möglich	ja	x
Hunde	+ _{n,e}	selten	nein	x
Frettchen	+++ _{n,e}	möglich	ja	x
Nerze ³	+++ _{n,e}	möglich	ja*	ja
Hamster (Goldhamster)	+++ _e	möglich	ja	x
Rinder	+ _e	nein	nein	x
Schweine	-	N/A	N/A	N/A
Geflügel	-	N/A	N/A	N/A
Tiger	+++ _n	möglich	ja	x
Löwe	+++ _n	möglich	ja	x
Gorilla	+++ _n	möglich	ja	x

1 n=natürlich, e=experimentell

2 betrifft die Übertragung innerhalb derselben Spezies

3 betrifft vor allem die intensive Tierhaltung

* Bei Nerzen wurde auch eine Übertragung von SARS-CoV-2 von Nerzen auf Katzen und Hunde beschrieben (Boklund et al., 2021; Oude Munnink et al., 2021)

+++ hoch empfänglich, ++ mässig empfänglich, + wenig empfänglich, - nicht empfänglich, N/A nicht anwendbar, x nicht nachgewiesen

Menschen weiterzugeben (Conceicao et al., 2020; Gortázar et al., 2021; Hobbs & Reid, 2020; Richard et al., 2020; Shi et al., 2020; Ulrich et al., 2020; World Organisation for Animal Health, 2021a, 2021b). Bei Pferden wurde bisher keine Empfänglichkeit für SARS-CoV-2 nachgewiesen.

In experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass Katzen infektiöses SARS-CoV-2 ausscheiden können und auch andere Katzen nicht nur durch körperlichen Kontakt, sondern auch indirekt durch in der Luft befindliches Virus infizieren können (Halfmann et al., 2020; Shi et al., 2020). Ausserhalb experimenteller Studien konnte dies bisher jedoch nicht nachgewiesen werden. Katzen zeigen bei SARS-CoV-2 Infektion keine oder milde bis mittelgradige respiratorische und/oder gastrointestinale Symptome. Bei Hunden wurden bisher nur selten für SARS-CoV-2 Infektion spezifische Symptome beobachtet (World Organisation for Animal Health, 2021b). Auch einige Zootiere, wie Tiger, Löwen, Puma, Schneeleoparden und Gorillas haben sich durch Kontakt zu infiziertem Pflegepersonal nachweislich mit SARS-CoV-2 infiziert und teilweise auch Symptome entwickelt (Mallapaty, 2021; McAloose et al., 2020; sciencemag, 2021). Frettchen zählen wie Nerze zu den Marderartigen und sind sehr empfänglich für eine SARS-CoV-2 Infektion, wie bereits in einem COVID-19 positiven Haushalt aus Slowenien und bei in der Jagd eingesetzten Frettchen in Spanien beobachtet wurde (Gortázar et al., 2021; World Organisation for Animal Health, 2021a).

Hygienemanagement in COVID-19 Haushalten mit Haustieren

Unsere Haustiere, besonders Katzen, aber auch Hunde können sich durch engen Kontakt zu SARS-CoV-2 infizierten Menschen mit dem Virus anstecken. Um das Risiko einer Übertragung vom Menschen auf das Tier zu minimieren sind Hygienemassnahmen in den betroffenen Haushalten besonders wichtig. Ziele der Massnahmen sind nicht erkrankte Personen und Tiere im Haushalt vor einer Infektion zu schützen und eine Wei-

terverbreitung des Virus oder mögliche Kontamination von Tieren und allgemein von Oberflächen zu vermeiden (American Veterinary Medical Association, 2021).

Hierfür hat das BLV generelle Hygieneregeln für den Umgang mit Haustieren in Quarantäne oder Isolationshaushalten, sowie mit SARS-CoV-2 infizierten Tieren veröffentlicht (Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, 2020). Zusätzlich zu diesen allgemeinen Hygieneregeln (siehe Infobox: Empfehlungen zum Umgang mit Tieren in COVID-19 betroffenen Haushalten), gibt es auch Empfehlungen/Hygienemassnahmen für den Umgang mit SARS-CoV-2 positiv getesteten Tieren.

Wichtig ist, dass durch gesetzte Massnahmen das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere nicht beeinträchtigt wird.

SARS-CoV-2 Diagnostik bei Tieren im Veterinärmedizinischen Labor Zürich

Eine Forschungsgruppe des Veterinärmedizinischen Labors an der Vetsuisse-Fakultät Zürich unter der Leitung von Regina Hofmann-Lehmann beschäftigt sich seit Beginn der Pandemie mit SARS-CoV-2 in Tieren. Das Forschungsprojekt zur Überwachung von SARS-CoV-2 Infektionen in Haus- und Nutztieren mit besonderem Augenmerk auf Haustiere in COVID-19 Haushalten startete im März 2020 als Zusammenarbeit mit Kliniken in Norditalien (unter der Leitung von Eric Zini, AniCura Istituto Veterinario Novara, und Universität Padua, Italien) und Süddeutschland (Katrin Hartmann, Ludwig-Maximilians-Universität München).

Bisher wurden über 3500 Tupferproben von Hunden, Katzen, Pferden, Rindern und Frettchen, aber auch anderen Tierarten wie Luchsen, Schneeleoparden, Igel und Weissbüschelaffen im Veterinärmedizinischen Labor auf das Vorhandensein von SARS-CoV-2 RNA mittels RT-PCR untersucht. Die RT-PCR wird als molekulare Methode häufig in der Krankheitsdiagnostik verwendet, da durch

Empfehlungen zum Umgang mit Tieren in COVID-19 betroffenen Haushalten

Kontaktregeln



- Vermeiden Sie engen Kontakt wie kuscheln, streicheln und spielen.
- Vermeiden Sie den gemeinsamen Aufenthalt am Sofa.
- Das Tier nicht im Schlafzimmer oder sogar in den Betten der Familie übernachten lassen.
- Kein Maul-zu-Mund-Kontakt oder Ablecken des Gesichtes oder der Hände zulassen.

Hygieneregeln



- Gründliches Säubern der Hände mit Seife und/oder Desinfektionsmittel vor und nach jedem Kontakt des Tieres, vor und nach dem Kontakt mit Spielzeug, Futternäpfe etc.
- Regelmässiges Reinigen der Oberflächen und Liegeplätze, mit denen das Tier in Kontakt kommt (handelsübliche Reinigungsmittel sind ausreichend).
- Regelmässiges Waschen der Textilien, mit denen das Tier in Kontakt kommt bei 60°C.
- Liegeplätze sauber halten und Fressnäpfe regelmässig reinigen, am besten im Geschirrspüler.
- Regelmässiges Reinigen/Waschen von Spielzeug etc.



Tiere dürfen auf keinen Fall desinfiziert werden, da dies zu schweren Hautirritationen bis hin zu Vergiftungen oder Tod führen kann!

(Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, 2020)

die Zugabe von fluoreszierenden Markern und die Vervielfältigung der in der Probe enthaltenen RNA bereits geringe Mengen des Erregergenoms in Echtzeit messbar gemacht werden können. Neben molekularen Tests wurden auch serologische Verfahren für den Nachweis von anti-SARS-CoV-2 Antikörpern und neutralisierender Aktivität gegen SARS-CoV-2 im Veterinärmedizinischen Labor etabliert. Die Antikörper, welche vom Immunsystem des Tieres nach einer Infektion gebildet werden und im Blut zirkulieren, werden mithilfe von Enzymreaktionen nachgewiesen. Im Unterschied zur RT-PCR, welche eine Infektion in der Regel im akuten Stadium nachweist, sind Antikörpertests erst ab circa zwei Wochen nach Beginn der Infektion aussagekräftig.

In der Schweiz konnte bisher bei fünf Katzen und einem Hund eine Infektion durch positive RT-PCR nachgewiesen werden; bei drei der fünf Katzen standen auch Proben für den Antikörpernachweis zur Verfügung, welcher ebenfalls positiv ausfiel (World Organisation for Animal Health, 2021a). Vier der fünf Katzen hatten respiratorische Krankheitssymptome, wie Niesen, Husten, Nasenausfluss und Atembeschwerden gezeigt. Alle in der Schweiz SARS-CoV-2 RNA-positiv getesteten Tiere stammten aus COVID-19 positiven Haushalten und wurden mutmasslich durch Kontakt zu einer infizierten Person angesteckt. Bei Tieren aus Haushalten ohne COVID-19 Vorgeschichte oder bei unbekannter Vorgeschichte konnte bisher keine SARS-CoV-2 Infektion nachgewiesen werden. Ebenso konnte

noch keine SARS-CoV-2 Infektion bei Nutztieren, Pferden sowie allen anderen untersuchten Spezies nachgewiesen werden. Daher wird das Vorkommen von SARS-CoV-2 Infektionen bei Tieren in der Schweiz als gering eingeschätzt. Eine Häufung von Infektionen in COVID-19 betroffenen Haushalten ist jedoch auszumachen und daher steht dieser Bereich auch weiter im Fokus der laufenden Studien.

Um SARS-CoV-2 Infektionen bei Haustieren noch weiter im Detail zu erforschen, wurde die Untersuchung des viralen Genoms einer infizierten Katze aus dem Kanton Zürich mit dem sogenannten Next Generation Sequenzierungsverfahren, in Zusammenarbeit mit dem SARS-CoV-2 Sequencing Team der ETH Zürich unter der Leitung von Prof. Stadler, durchgeführt. Die Resultate zeigen, dass das Virus der Katze keine spezifischen Mutationen vorweist und sich für eine Übertragung vom Menschen auf die Katze daher nicht genomisch anpassen musste (Klaus et al., 2021).

Ebenso konnte gezeigt werden, dass virale RNA nicht nur auf den Schleimhäuten der Katze, sondern auch auf der Schlafunterlage und am Fell des Tieres nachzuweisen ist. Wichtig zu erwähnen ist, dass der Nachweis von viraler RNA in der RT-PCR nur bedingt auf eine Infektiosität rückschliessen lässt. In der Humanforschung ist jedoch bekannt, welche Mengen an viraler RNA in etwa mit dem Vorliegen von Infektiosität korrelieren (Kampf et al., 2020). Die Mengen an nachgewiesener viraler RNA waren in den Kotproben einer in der Schweiz positiv getesteten Katze und bei einigen der gesammelten Oberflächen- und Umweltproben aus COVID-19 positiven Haushalten so hoch, dass eine mögliche Infektiosität nicht ausgeschlossen werden kann. Dies könnte allerdings durch eine Virusisolierung noch bestätigt werden.

Des weiteren wurde bei zwei infizierten Katzen, aus der Schweiz und aus Italien ein Tumor des lymphatischen Systems (Lymphom) diagnostiziert, welcher möglicherweise zu einer erhöhten Empfänglichkeit für eine Infektion, durch Beeinträchtigung des Immunsystems der Katzen geführt haben kann.

Ob Vorerkrankungen auch bei Tieren eine Rolle im Krankheitsverlauf spielen, ist noch nicht umfassend geklärt und bedarf weiterer Forschungsarbeit.

Das Veterinärmedizinische Labor Zürich führt aktuell eine Studie zur Untersuchung von SARS-CoV-2 Infektionen bei Haustieren in COVID-19 betroffenen Haushalten durch. Bei dieser Studie werden Abstrichproben von Tieren, welche in COVID-19 positiven Haushalten leben, sowie auch von bestimmten Gegenständen im Haushalt genommen. Die Entnahme der Tupferproben kann mittels Wattestäbchen und mithilfe einer detaillierten Anleitung von TierhalterInnen selbst durchgeführt werden. Zusätzlich stehen TierärztInnen zur Unterstützung telefonisch zur Seite. Die Proben werden nach der Entnahme mittels molekularen Untersuchungsmethoden wie RT-PCR und Genomsequenzierung analysiert. Zusätzlich kann einige Zeit nach der Quarantäne einmalig eine Blutprobe vom Tier entnommen werden, welche auf Antikörper gegen SARS-CoV-2 untersucht wird.

Diese Studie wird im Sinne eines One-Health Aspekts dazu beitragen noch fehlendes Wissen über die Übertragung und Infektion von SARS-CoV-2 in Haustieren zu gewinnen. Weiters sollen dadurch evidenzbasierte Empfehlungen für den Umgang, die Versorgung und Pflege von Haustieren aus COVID-19 Haushalten erstellt werden.

Generell wird eine Untersuchung von Haustieren auf SARS-CoV-2, ausserhalb der Studienteilnahme, nur empfohlen, wenn Tiere Kontakt zu SARS-CoV-2 infizierten Menschen hatten und Symptome zeigen. Zuvor sollten bereits andere Erkrankungsursachen durch einen Tierarzt/eine Tierärztin ausgeschlossen worden sein. Bei fraglicher SARS-CoV-2 Infektion Ihres Tieres melden Sie sich telefonisch bei Ihrem Tierarzt/Ihrer Tierärztin und klären Sie weitere Schritte ab. Gerne steht das Team des Veterinärmedizinischen Labors auch Ihrem Tierarzt/Ihrer Tierärztin beratend zur Seite.



Interesse an einer Studienteilnahme?

Probanden

Haustiere aus COVID-19 betroffenen Haushalten.

Ablauf

Tupferprobenentnahme bei Haustieren und teils von der Umgebung, durch den Besitzer/die Besitzerin.

Kontakt

Corona-Vetlabor-Hotline: +41 44 635 93 93

E-Mail an: corona@vetlabor.ch

Auswirkungen der Pandemie auf die Haltung von Haustieren

Die Anzahl der Neuanschaffungen von Haustieren hat sich in der Schweiz bemerkbar gemacht.

Der oftmals fehlende soziale Kontakt und die vermehrte Zeit zu Hause, liess bei vielen den Wunsch nach einem Haustier erwachen. Die Anschaffung von Tieren muss gut überlegt sein und aus zeitlicher und finanzieller Sicht auch für mehrere Jahre oder Jahrzehnte machbar sein. Der unüberlegte Tierkauf, kann negative Konsequenzen für den Besitzer/die Besitzerin und das Tierwohl nach sich ziehen.

Lassen Sie sich daher vor dem Kauf eines Tieres von fachkundigen Personen, wie Tierärzten/ Tierärztinnen oder Mitarbeitenden in Tierheimen beraten.

Online-inserierte Tiere stammen oft aus tierschutzwidrigen oder illegalen Zuchtstätten und viele der Jungtiere sind krank oder ungenügend geimpft und brauchen bereits kurz nach der Übernahme kostenintensive Pflege und Therapie. Besonders bei Tieren aus dem Ausland können hoch ansteckende und in der Schweiz eher unübliche, Infektionskrankheiten die Ursache für eine Er-

krankung sein, was auch eine Gefahr für den Menschen und andere Tiere darstellt. Auch bestehen Bedenken, dass die Tiere nach der Pandemie aus Zeitmangel oder aus finanziellen Gründen abgegeben werden, was jedoch oftmals durch gründliches Abwägen und dem Einholen einer fachkundigen Beratung vor dem Kauf vermieden werden kann (Angelika Hardegger, 2021; Thomas Angeli, 2021).

Resümee

Rückblickend auf das letzte Jahr wurden am Veterinärmedizinischen Labor Zürich über 3 500 Tupferproben verschiedener Tierspezies auf SARS-CoV-2 untersucht. In der Schweiz konnte bisher, besonders bei Katzen aber auch bei einem Hund eine SARS-CoV-2 Infektionen nachgewiesen werden. Anhand der vorhandenen Resultate kann eine Übertragung von Menschen auf das Tier als Ansteckungsquelle angenommen werden. Bei Tieren ohne vorhergehenden Kontakt zu SARS-CoV-2 infizierten Menschen, sowie bei allen in der Schweiz getesteten Nutztieren, Pferden und den übrigen untersuchten Spezies konnten bisher keine SARS-CoV-2 Infektionen beobachtet werden.

Weltweit konnten Forschungsgruppen genomisches Material (RNA) von SARS-CoV-2 auf Schleimhäuten oder in Kotproben bereits bei vielen unter-

schiedlichen Tierarten nachweisen. Um Übertragungen zwischen Menschen und Tieren zu verhindern, sind beim Vorliegen einer SARS-CoV-2 Infektion beim Menschen, besondere Hygienemaßnahmen im Umgang mit Tieren, für eine Dauer von mindestens 10 Tagen einzuhalten. Für das Wohl des Tieres ist jedoch immer zu sorgen und auch COVID-19 Erkrankungen im Haushalt sind kein Grund ein Tier einschläfern zu lassen oder ins Tierheim abzugeben!

Die Pandemie hält uns immer noch fest im Griff und wird weiter neue Herausforderungen mit sich bringen. So sind die Virusvarianten und dadurch bedingte potenzielle Veränderungen in der Empfänglichkeit, der Infektiosität und dem Krankheitsverlauf auch bei Tieren im Auge zu behalten. Trotz der intensiven Forschungsarbeit wissen wir noch wenig über das Verhalten von SARS-CoV-2 in den verschiedenen Tierarten. Da besonders Haustiere oft ein wichtiges Mitglied der Familie sind und das Leben täglich bereichern, ist die Überwachung der Gesundheit im Zusammenleben von Menschen und Tieren unsere Priorität.

Referenzen

- American Veterinary Medical Association. (2021, 02.03.2021). AVMA recommendations regarding SARS-CoV-2 and animals. Retrieved 22.04.2021 from <https://www.avma.org/resources-tools/animal-health-and-welfare/covid-19/sars-cov-2-animals-including-pets>
- Angelika Hardegger. (2021, 07.01.2021). Hunde, Katzen, Meerschweinchen, Kaninchen: Die Nachfrage nach Haustieren ist im Corona-Jahr auffällig gestiegen. NZZ. <https://www.nzz.ch/schweiz/haustiere-boomen-waehrend-der-corona-pandemie-ld.1594752?reduced=true>
- Boklund, A., Hammer, A. S., Quaade, M. L., Rasmussen, T. B., Lohse, L., Strandbygaard, B., Jorgensen, C. S., Olesen, A. S., Hjerpe, F. B., Petersen, H. H., Jensen, T. K., Mortensen, S., Calvo-Artavia, F. F., Lefevre, S. K., Nielsen, S. S., Halasa, T., Belsham, G. J., & Botner, A. (2021). SARS-CoV-2 in Danish Mink Farms: Course of the Epidemic and a Descriptive Analysis of the Outbreaks in 2020. *Animals (Basel)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/ani11010164>
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. (2020, 16.12.2020). Empfehlungen für Besitzer von Hunden und Katzen im Zusammenhang mit COVID-19. Retrieved 22.04.2021 from <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/das-blv/auftrag/one-health/coronavirus.html>
- Conceicao, C., Thakur, N., Human, S., Kelly, J. T., Logan, L., Bialy, D., Bhat, S., Stevenson-Leggett, P., Zagrajek, A. K., Hollinghurst, P., Varga, M., Tsirigoti, C., Tully, M., Chiu, C., Moffat, K., Silesian, A. P., Hammond, J. A., Maier, H. J., Bickerton, E., Shelton, H., Dietrich, I., Graham, S. C., & Bailey, D. (2020). The SARS-CoV-2 Spike protein has a broad tropism for mammalian ACE2 proteins. *PLoS Biol*, 18(12), e3001016. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001016>
- Fritz, M., Rosolen, B., Krafft, E., Becquart, P., Elguero, E., Vratskikh, O., Denolly, S., Bosen, B., Vanhomwegen, J., Gouilh, M. A., Kodjo, A., Chirouze, C., Rosolen, S. G., Legros, V., & Leroy, E. M. (2021). High prevalence of SARS-CoV-2 antibodies in pets from COVID-19+ households. *One Health*, 11, 100192. <https://doi.org/10.1016/j.onehit.2020.100192>
- Gortázar, C., Barroso-Arévalo, S., Ferreras-Colino, E., Isla, J., de la Fuente, G., Rivera, B., Domínguez, L., de la Fuente, J., & Sánchez-Vizcaino, J. M. (2021). Natural SARS-CoV-2 infection in kept ferrets, Spain. *bioRxiv*, 2021.2001.2014.426652. <https://doi.org/10.1101/2021.01.14.426652>
- Halfmann, P. J., Hatta, M., Chiba, S., Maemura, T., Fan, S., Takeda, M., Kinoshita, N., Hattori, S. I., Sakai-Tagawa, Y., Iwatsuki-Horimoto, K., Imai, M., & Kawaoka, Y. (2020). Transmission of SARS-CoV-2 in Domestic Cats. *N Engl J Med*, 383(6), 592-594. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2013400>
- Hamer, S. A., Pauvolid-Correa, A., Zecca, I. B., Davila, E., Auckland, L. D., Roundy, C. M., Tang, W., Torchetti, M., Killian, M. L., Jenkins-Moore, M., Mazingo, K., Akpalu, Y., Ghai, R. R., Spengler, J. R., Behravesh, C. B., Fischer, R. S. B., & Hamer, G. L. (2020). Natural SARS-CoV-2 infections, including virus isolation, among serially tested cats and dogs in households with confirmed human COVID-19 cases in Texas, USA. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.12.08.416339>
- Hammer, A. S., Quaade, M. L., Rasmussen, T. B., Fonager, J., Rasmussen, M., Mundbjerg, K., Lohse, L., Strandbygaard, B., Jorgensen, C. S., Alfaro-Nunez, A., Rosenstjerne, M. W., Boklund, A., Halasa, T., Fomsgaard, A., Belsham, G. J., & Botner, A. (2021). SARS-CoV-2 Transmission between Mink (*Neovison vison*) and Humans, Denmark. *Emerg Infect Dis*, 27(2), 547-551. <https://doi.org/10.3201/eid2702.203794>
- Hobbs, E. C., & Reid, T. J. (2020). Animals and SARS-CoV-2: Species susceptibility and viral transmission in experimental and natural conditions, and the potential implications for community transmission. *Transbound Emerg Dis*. <https://doi.org/10.1111/tbed.13885>
- Johns Hopkins University & Medicine. (2021, 30.04.2021). COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering at Johns Hopkins University (JHU). Retrieved 30.04.2021 from <https://coronavirus.jhu.edu/map.htm>
- Kampf, G., Lemmen, S., & Suchomel, M. (2020). Ct values and infectivity of SARS-CoV-2 on surfaces. *Lancet Infect Dis*. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30883-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30883-5)
- Klaus, J., Meli, M. L., Willi, B., Nadeau, S., Beisel, C., Stadler, T., Egberink, H., Zhao, S., Lutz, H., Riond, B., Rösinger, N., Stalder, H., Renzullo, S., Hofmann-Lehmann, R., & Team, E. S.-C.-S. (2021). Detection and Genome Sequencing of SARS-CoV-2 in a Domestic Cat with Respiratory Signs in Switzerland. *Viruses*, 13(3), 496. <https://www.mdpi.com/1999-4915/13/3/496>
- Lam, T. T., Jia, N., Zhang, Y. W., Shum, M. H., Jiang, J. F., Zhu, H. C., Tong, Y. G., Shi, Y. X., Ni, X. B., Liao, Y. S., Li, W. J., Jiang, B. G., Wei, W., Yuan, T. T., Zheng, K., Cui, X. M., Li, J., Pei, G. Q., Qiang, X., Cheung, W. Y., Li, L. F., Sun, F. F., Qin, S., Huang, J. C., Leung, G. M., Holmes, E. C., Hu, Y. L., Guan, Y., & Cao, W. C. (2020). Identifying SARS-CoV-2-related coronaviruses in Malayan pangolins. *Nature*, 583(7815), 282-285. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2169-0>
- Mallapaty, S. (2021). The Hunt for Coronavirus Carriers. *Nature*, 591, 3. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00531-z>
- McAloose, D., Laverack, M., Wang, L., Killian, M. L., Caserta, L. C., Yuan, F., Mitchell, P. K., Queen, K., Mauldin, M. R., Cronk, B. D., Bartlett, S. L., Sykes, J. M., Zec, S., Stokol, T., Ingerman, K., Delaney, M. A., Fredrickson, R., Ivancic, M., Jenkins-Moore, M., Mazingo, K., Franzen, K., Bergeson, N. H., Goodman, L., Wang, H., Fang, Y., Olmstead, C., McCann, C., Thomas, P., Goodrich, E., Elvinger, F., Smith, D. C., Tong, S., Slavinski, S., Calle, P. P., Terio, K., Torchetti, M. K., & Diel, D. G. (2020). From People to Panthera: Natural SARS-CoV-2 Infection in Tigers and Lions at the Bronx Zoo. *mBio*, 11(5). <https://doi.org/10.1128/mBio.02220-20>
- Michelitsch, A., Hoffmann, D., Wernike, K., & Beer, M. (2020). Occurrence of Antibodies against SARS-CoV-2 in the Domestic Cat Population of Germany. *Vaccines (Basel)*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/vaccines8040772>
- nbc news. (2020, 06.11.2020). Denmark vows to kill millions of minks even after WHO downplays Covid mutation risk. Retrieved 27.04.2021

- from <https://www.nbcnews.com/news/world/who-downplays-coronavirus-mink-mutation-risk-after-denmark-orders-huge-n1246726>
20. Oreshkova, N., Molenaar, R. J., Vreman, S., Harders, F., Oude Munnink, B. B., Hakze-van der Honing, R. W., Gerhards, N., Tolsma, P., Bouwstra, R., Sikkema, R. S., Tacken, M. G., de Rooij, M. M., Weesendorp, E., Engelsma, M. Y., Brusckhe, C. J., Smit, L. A., Koopmans, M., van der Poel, W. H., & Stegeman, A. (2020). SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. *Euro Surveill*, 25(23). <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2001005>
 21. Oude Munnink, B. B., Sikkema, R. S., Nieuwenhuijse, D. F., Molenaar, R. J., Munger, E., Molenkamp, R., van der Spek, A., Tolsma, P., Rietveld, A., Brouwer, M., Bouwmeester-Vincken, N., Harders, F., Hakze-van der Honing, R., Wegdam-Blans, M. C. A., Bouwstra, R. J., GeurtsvanKessel, C., van der Eijk, A. A., Velkers, F. C., Smit, L. A. M., Stegeman, A., van der Poel, W. H. M., & Koopmans, M. P. G. (2021). Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans and mink and back to humans. *Science*, 371(6525), 172-177. <https://doi.org/10.1126/science.abe5901>
 22. Rashedi, J., Mahdavi Poor, B., Asgharzadeh, V., Pourostadi, M., Samadi Kafili, H., Vegari, A., Tayebi-Khosroshahi, H., & Asgharzadeh, M. (2020). Risk Factors for COVID-19. *Infez Med*, 28(4), 469-474. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33257620>
 23. Richard, M., Kok, A., de Meulder, D., Bestebroer, T. M., Lamers, M. M., Okba, N. M. A., Fentener van Vlissingen, M., Rockx, B., Haagmans, B. L., Koopmans, M. P. G., Fouchier, R. A. M., & Herfst, S. (2020). SARS-CoV-2 is transmitted via contact and via the air between ferrets. *Nat Commun*, 11(1), 3496. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17367-2>
 24. Schweizerische Eidgenossenschaft. (2021, 29.04.2021). COVID-19 Switzerland. Retrieved 29.04.2021 from <https://www.covid19.admin.ch/en/overview?ovTime=total>
 25. sciencemag. (2021, 12.01.2021). Captive gorillas test positive for coronavirus. *sciencemag*. Retrieved 15.04.2021 from <https://www.sciencemag.org/news/2021/01/captive-gorillas-test-positive-coronavirus>
 26. Shi, J., Wen, Z., Zhong, G., Yang, H., Wang, C., Huang, B., Liu, R., He, X., Shuai, L., Sun, Z., Zhao, Y., Liu, P., Liang, L., Cui, P., Wang, J., Zhang, X., Guan, Y., Tan, W., Wu, G., Chen, H., & Bu, Z. (2020). Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*, 368(6494), 1016-1020. <https://doi.org/10.1126/science.abb7015>
 27. Thomas Angeli. (2021, 25.02.2021). Wir wollen helfen, nicht einschläfern. *Beobachter*. <https://www.beobachter.ch/gesellschaft/welpen-boom-belastet-tierspital-massiv-wir-wollen-helfen-nicht-einschlafern>
 28. Ulrich, L., Wernike, K., Hoffmann, D., Mettenleiter, T. C., & Beer, M. (2020). Experimental Infection of Cattle with SARS-CoV-2. *Emerg Infect Dis*, 26(12), 2979-2981. <https://doi.org/10.3201/eid2612.203799>
 29. Wang, H., Li, X., Li, T., Zhang, S., Wang, L., Wu, X., & Liu, J. (2020). The genetic sequence, origin, and diagnosis of SARS-CoV-2. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 39(9), 1629-1635. <https://doi.org/10.1007/s10096-020-03899-4>
 30. Wikipedia. (2021a, 22.02.2021). Huanan Seafood Wholesale Market. Retrieved 08.03.2021 from https://en.wikipedia.org/wiki/Huanan_Seafood_Wholesale_Market
 31. Wikipedia. (2021b, 22.02.2021). Wet Market. Retrieved 08.03.2021 from https://en.wikipedia.org/wiki/Wet_market
 32. World Health Organization. (2020a, 12.10.2020). Coronavirus disease (COVID-19). Retrieved 08.03.2021 from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19#:~:text=symptoms>
 33. World Health Organization. (2020b). Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. Retrieved 08.03.2021 from [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it#:~:text=ICTV%20announced%20E2%80%9Csevere%20acute,on%2011%20February%202020](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it#:~:text=ICTV%20announced%20E2%80%9Csevere%20acute,on%2011%20February%202020)
 34. World Health Organization. (2020c, 20.01.2020). Novel Coronavirus (2019-CoV) Situation Report - 1. Retrieved 08.03.2021 from https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf?sfvrsn=20a99c10_4
 35. World Health Organization. (2020d, 03.12.2020). SARS-CoV-2 mink-associated variant strain - Denmark. Retrieved 22.04.2021 from <https://www.who.int/csr/don/03-december-2020-mink-associated-sars-cov-2-denmark/en/>
 36. World Health Organization. (2020e, 09.07.2020). Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Retrieved 08.03.2021 from <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions>
 37. World Health Organization. (2020f, 11.03.2020). WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. Retrieved 08.03.2021 from <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>
 38. World Organisation for Animal Health. (2021a, 06.04.2021). Events in animals. Retrieved 06.04.2021 from <https://www.oie.int/en/scientific-expertise/specific-information-and-recommendations/questions-and-answers-on-2019-novel-coronavirus/events-in-animals/>
 39. World Organisation for Animal Health. (2021b, 22.4.2021). OIE Technical Factsheet - Infection with SARS-Cov-2 in Animals. Retrieved 22.04.2021 from https://www.oie.int/fileadmin/Home/MM/EN_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf
 40. Zhou, P., Yang, X. L., Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H. R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C. L., Chen, H. D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R. D., Liu, M. Q., Chen, Y., Shen, X. R., Wang, X., Zheng, X. S., Zhao, K., Chen, Q. J., Deng, F., Liu, L. L., Yan, B., Zhan, F. X., Wang, Y. Y., Xiao, G. F., & Shi, Z. L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 588(7836), E6. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2951-z>