



Deutscher Bundestag

Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und
nukleare Sicherheit

Wortprotokoll der 71. Sitzung

Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Berlin, den 13. Mai 2020, 11:00 Uhr

Berlin, Dorotheenstraße 100

Jakob-Kaiser-Haus, Sitzungssaal 1.302

Vorsitz: Sylvia Kotting-Uhl, MdB

Tagesordnung – öffentliche Ausschussberatung

Einziger Tagesordnungspunkt **Seite 3**

Öffentliches Fachgespräch zum Thema

"Zoonosen - Ursache, Verbreitung, Vorbeugung"

Selbstbefassung 19(16)SB-143



Mitglieder des Ausschusses

	Ordentliche Mitglieder	Stellvertretende Mitglieder
CDU/CSU	Damerow, Astrid Dött, Marie-Luise Färber, Hermann Grundmann, Oliver Hirte, Christian Kießling, Michael Kruse, Rüdiger Kuffer, Michael Möring, Karsten Schulze, Dr. Klaus-Peter Schweiger, Torsten Simon, Björn Wegner, Kai Weisgerber, Dr. Anja	Abercron, Dr. Michael von Benning, Sybille Haase, Christian Krauß, Alexander Ludwig, Daniela Nüßlein, Dr. Georg Oßner, Florian Pols, Eckhard Röring, Johannes Sauer, Stefan Sendker, Reinhold Siebert, Bernd Thies, Hans-Jürgen
SPD	Mindrup, Klaus Nissen, Ulli Pilger, Detlev Scheer, Dr. Nina Schrodi, Michael Schwabe, Frank Thews, Michael Träger, Carsten	Bach, Bela Gremmels, Timon Held, Marcus Klare, Arno Mackensen, Isabel Miersch, Dr. Matthias Röspel, René
AfD	Bernhard, Marc Bleck, Andreas Hilse, Karsten Kraft, Dr. Rainer Wildberg, Dr. Heiko	Hemmelgarn, Udo Theodor Heßenkemper, Dr. Heiko Magnitz, Frank Protschka, Stephan Spaniel, Dr. Dirk
FDP	Aggelidis, Grigorios in der Beek, Olaf Köhler, Dr. Lukas Skudelny, Judith	Busen, Karlheinz Meyer, Christoph Neumann, Dr. Martin Sitta, Frank
DIE LINKE.	Lay, Caren Lenkert, Ralph Schreiber, Eva-Maria Zdebel, Hubertus	Beutin, Lorenz Gösta Lutze, Thomas Perli, Victor Weinberg, Harald
BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN	Badum, Lisa Hoffmann, Dr. Bettina Kotting-Uhl, Sylvia Lemke, Steffi	Ebner, Harald Krischer, Oliver Kühn (Tübingen), Christian Verlinden, Dr. Julia
fraktionslos	Bülow, Marco	



Öffentliches Fachgespräch zu dem Thema

"Zoonosen - Ursache, Verbreitung, Vorbeugung"

Selbstbefassung 19(16)SB-143

dazu Sachverständige:

Prof. Dr. Franz J. Conraths

Institut für Epidemiologie, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Ausschussdrucksache 19(16)344-C (Anlage 1)

PowerPoint (Anlage 2)

Dr. Arnulf Köhncke

WWF Deutschland

Ausschussdrucksache 19(16)344-A (Anlage 3)

PowerPoint (Anlage 4)

Prof. Dr. Wim van der Poel

Wageningen Bioveterinary Research (Niederlande)

Ausschussdrucksache 19(16)344-F (Anlage 5)

Ausschussdrucksache 19(16)344-G (Anlage 6)

PowerPoint (Anlage 7)

Prof. Dr. med. Isabella Eckerle

Centre for emerging viral diseases, Universitätsklinik der Universität Genf

Ausschussdrucksache 19(16)344-E (Anlage 8)

Dr. Sandra Altherr

Pro Wildlife e. V.

Ausschussdrucksache 19(16)344-D (Anlage 9)

PowerPoint (Anlage 10)

Prof. Dr. Simone Sommer

University of Ulm, Institute of Evolutionary Ecology and Conservation Genomics

Ausschussdrucksache 19(16)344-B (Anlage 11)

Vorsitzende: Meine lieben Kolleginnen und Kollegen, wir haben in diesen besonderen Zeiten der Corona-Pandemie auch die heutige Anhörung in reduzierter Präsenz und schalten die Sachverständigen per Videokonferenz dazu. Der Öffentlichkeit wird der Zugang ausschließlich durch die Übertragung im Internet gewährt. Ich muss Sie aufgrund der Akustik bitten, Nebengespräche, Nebengeräusche und leider auch die üblichen parlamentarischen Zwischenrufe zu vermeiden, weil sie

vor allem den zugeschalteten Zuhörern das Zuhören extrem erschweren. Hier im Saal bitte ich Sie, auch darauf zu achten, dass alle Mikrofone ausgeschaltet sind, wenn Sie nicht sprechen. Die gleiche Bitte geht an die Sachverständigen. Bitte das Mikrofon nur einschalten, wenn Sie sprechen. Wir müssen wirklich versuchen, alle Nebengeräusche möglichst zu vermeiden.

Damit begrüße ich Sie also ganz herzlich zu unserer heutigen öffentlichen Anhörung zum Thema "Zoonosen – Ursache, Verbreitung, Vorbeugung". In welcher Situation sind wir? Ein Virus springt vom Tier auf den Menschen über und wir erleben die Konsequenz. Es wird die größte Krise, die größte Herausforderung seit dem Ende des Zweiten Weltkriegs genannt. Wir Umweltpolitiker und Umweltpolitikerinnen sind da vielleicht etwas im Zweifel, ob die Klimakrise, das Artensterben usw. nicht doch noch größer und noch größere Herausforderungen sind. Aber immerhin wissen wir bei diesen ökologischen Krisen – zumindest theoretisch –, was wir tun müssten, um sie zu verringern und vielleicht am Ende auch bekämpft zu bekommen, während wir hier in dieser Krise relativ hilflos sind. Und deshalb macht es ganz besonders Sinn, auf die Ursachen zu schauen, anstatt nur reaktiv die Symptome irgendwie zu bearbeiten und zu hoffen, dass wir möglichst bald Medikamente und einen Impfstoff zur Verfügung haben. Als wahrscheinliche Ursachen werden das Artensterben, das Zurückdrängen der Naturräume und der Wildtierhandel genannt. Wir haben uns deshalb für heute Sachverständige eingeladen, die uns dabei unterstützen sollen, hierzu eine fundierte Meinung zu bilden und vielleicht auch tatsächlich nicht nur den Ursachen, sondern auch der Verbreitung und der Vorbeugung auf die Spur zu kommen und dann auch Strategien dagegen entwickeln zu können.

Ich begrüße Sie, Kolleginnen und Kollegen, ganz herzlich zum Fachgespräch. Ich begrüße für das Bundesumweltministerium Frau Staatssekretärin Schwarzelühr-Sutter und natürlich ganz besonders die von den Fraktionen benannten sechs Sachverständigen, die uns per Video zugeschaltet sind. Der erste Sachverständige ist Prof. Dr. Franz Conraths vom Institut für Epidemiologie, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit. Dann Herr Dr. Arnulf Köhncke vom WWF Deutschland. und Frau Prof. Dr. med.



Isabella Eckerle vom *Centre for emerging viral diseases* der Universitätsklinik der Universität Genf. Dann haben wir Frau Dr. Sandra Altherr vom Pro Wildlife e.V, Frau Prof. Dr. Simone Sommer von der Universität Ulm, *Institute of Evolutionary Ecology and Conservation Genomics* und Herrn Prof. Dr. Wim van der Poel vom *Wageningen Bioveterinary Research* aus den Niederlanden. Herzlich willkommen Ihnen allen!

Wie bei jeder öffentlichen Anhörung oder bei jedem Fachgespräch habe ich jetzt noch ein paar allgemeine Bemerkungen zu machen. Die Sitzung wird leider zeitversetzt ab 14 Uhr im Parlamentsfernsehen und im Internet übertragen. Der Link zum Video der Veranstaltung wird später auf der Internetseite des Umweltausschusses hinterlegt. Stellungnahmen, Statements, Diskussion werden somit über das Internet zugänglich gemacht. Wir fassen üblicherweise auch ein Wortprotokoll ab. Soll das auch dieses Mal so sein? Ich sehe bei den Abgeordneten keine Gegenrede, dann ist das so beschlossen. Für die Übersetzung von Herrn Prof. Dr. van der Poel stehen uns zwei Dolmetscher des Bundestages zur Verfügung, vielen Dank. Und unserem Sachverständigen Herrn Prof. Dr. van der Poel wird die Übersetzung per Telefon übermittelt. Das war technisch nicht anders lösbar. Deswegen werden wir auch ausschließlich die deutsche Verdolmetschung hören und ihn nur sehen können. Anders hätten die uns zugeschalteten Zuhörer und auch später die im Internet die Übersetzung nicht hören können.

Ich gebe Ihnen, liebe Sachverständige, jetzt den Ablauf bekannt. Sie haben zu Beginn in der Reihenfolge, wie ich Sie vorgestellt habe und wie ich Sie auch aufrufen werden, jeweils drei Minuten Zeit für ein Eingangsstatement. Danach beginnen die Fragerunden. Die Fragerunden laufen so ab, dass ein Abgeordneter beziehungsweise eine Abgeordnete eine Frage an einen von Ihnen stellt und ab Beginn der Frage die Zeit von fünf Minuten abläuft. Ich muss Sie leider bitten, selbst auf die Zeit zu schauen. Sobald die Frage beendet ist, steigen Sie mit Ihrer Antwort ein. Sie haben, je nachdem, wie lange der oder die Fragestellende gebraucht hat, dann entsprechend Zeit zum Antworten; also hoffentlich möglichst viel, denn wir wollen ja vor allem Ihre Antworten hören. Und damit können wir beginnen und wir beginnen mit

dem Statement von Herr Prof. Dr. Conraths. Bitte schön, Sie haben das Wort für Ihr dreiminütiges Eingangsstatement.

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Loeffler-Institut): Ich hoffe Sie können meine Präsentation sehen. Ist das so?

Vorsitzende: Nein leider nicht.

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Loeffler-Institut): Ich habe versucht, sie Ihnen einzublenzen. Ich versuche dann, trotzdem einfach mit dem weiter zu machen, was Sie eigentlich sehen sollten. Ich möchte etwas zu den Themen des Ausschusses sagen, zunächst einmal zu den Ursachen dessen, was wir hier besprechen. Nach einer Definition der WHO von 1959 sind Zoonosen Krankheiten und Infektionen, die auf natürliche Weise zwischen Menschen und anderen Wirbeltieren übertragen werden. Als Erreger kommen Bakterien, Parasiten, Pilze, Prionen und Viren in Betracht, die ich im Moment versuche, Ihnen zu präsentieren [Anlage 2, Seite 2]. Ich hoffe, dass Sie das inzwischen doch sehen können. Zur Bedeutung von Zoonosen: Wir wissen, dass 60 Prozent der bekannten menschlichen Infektionskrankheiten zoonotischen Ursprungs sind. Mindestens 75 Prozent der neu auftretenden Infektionskrankheiten des Menschen haben einen Ursprung bei Tieren, ungefähr 70 Prozent dieser Infektionskrankheiten, so schätzt man, stammen von Wildtieren. Von etwa fünf menschlichen Erkrankungen, die in einem Jahr neu auftreten, sind im Mittel drei tierischen Ursprungs. Und eine weitere Information: Etwa 80 Prozent aller Stoffe mit bioterroristischem Potenzial sind auch zoonotische Erreger. Diese Angaben, die ich Ihnen jetzt gemacht habe, sind Angaben der Weltorganisation für Tiergesundheit [Anlage 2, Seite 3]. Wenn wir uns die wichtigsten Zoonose-Erreger anschauen, dann kann man sagen, dass auf die 13 wichtigsten Zoonosen, die auf der linken Seite des Bildes zu sehen sind [Anlage 2, Seite 4] – Sie dürften das auch als Handout zur Verfügung haben – 2,2 Millionen Todesfälle und 2,4 Milliarden Erkrankungen entfallen.

Wenn man sich jetzt fragt, wie ein Zoonose-Erreger entsteht, möchte ich Ihnen das am Beispiel des SARS Coronavirus 2 erklären [Anlage 2, Seite 5]. Dieses Coronavirus, das ursprünglich wahr-



scheinlich von einer Fledermaus stammt, vielleicht von der Hufeisenfledermaus, ist vermutlich auf einem Wildtiermarkt auf den Menschen übergegangen. Ich hoffe, Sie können auf der rechten Seite sehen, wie es auf einem Wildtiermarkt zugeht. Dort werden lebende Tiere angeboten. Sie werden dann, nachdem sie käuflich erworben worden sind, geschlachtet und den Menschen ganz frisch mitgegeben, die das Fleisch nachher verzehren wollen. Dabei entsteht natürlich die besondere Situation, dass in dem Fall hier das Virus und der Mensch sich sehr nahe kommen. Man sollte an der Stelle betonen, dass nicht diese Wildtiermärkte alleine die Ursache für Zoonosen sind. Dazu werden wir sicher im Verlaufe der Debatte noch weiter kommen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die hohe Bevölkerungsdichte, die zu einer Selektion für eine effiziente Mensch-zu-Mensch-Übertragung führt. Auch das haben wir in Wuhan, China, gesehen. Der dritte Punkt ist die globale Mobilität, aber auch der Handel. Dies führt zur Ausbreitung der Erreger. Wir können fast jeden Punkt auf der Erde innerhalb der Inkubationszeit dieser Viren erreichen und sie damit weltweit verbreiten. Auch der illegale Tierhandel spielt eine wesentliche Rolle [Anlage 2, Seite 6]. Das möchte ich an dieser Stelle betonen. Das wissen wir vom Vogelgrippe-Virus. Der legale Tierhandel könnte theoretisch auch eine Rolle spielen, allerdings nicht bei den Zoonose-Erregern, die wir jetzt gesehen haben. Ich habe Ihnen aber hier einmal Zahlen aus der *Trade Control and Expert System*-Datenbank der Europäischen Union mitgebracht [Anlage 2, Seite 7]. Rot markiert sind die Zahlen, die jeweils mehr als 100 000 Tiere beinhalteten und blau sind die mit mehr als 10 000 Tieren. Sie können sehen, dass aus allen Kontinenten solche Tiere gehandelt werden und nach Deutschland kommen. Das Ganze führt zu einem globalen Problem, wie hier zu sehen ist [Anlage 2, Seite 8].

Was kann man vorbeugend tun? Zum einen den *One-Health*-Ansatz wählen, nämlich Umwelt, Tier und Mensch als ein Ganzes und als ein ganzes Gesundheitssystem sehen [Anlage 2, Seite 9]. Wenn es um den Wildtierhandel geht, mindestens eine Registrierungspflicht für die Haltung exotischer Tiere schaffen, damit man dann, wenn eine Zoonose auftritt, wenigstens weiß, wer exponiert gewesen sein könnte. Die Möglichkeiten des Regelns

gehen aber natürlich weiter bis hin zu einem grundsätzlichen Verbot der Einfuhr von exotischen Tieren.

Dr. Arnulf Köhncke (WWF Deutschland): Mein Name ist Dr. Arnulf Köhncke. Ich leite den Fachbereich Artenschutz beim WWF Deutschland. Vielen Dank für die Einladung. Ich werde mich kurzfassen bei den Informationen, die Sie ohnehin auch von den anderen Expertinnen und Experten hier bekommen werden.

Die Forschung zeigt ganz klar den Zusammenhang von Umweltzerstörung und Krankheiten [Anlage 4, Seite 2]. Sie zeigt, wie eben schon gehört, dass die Gesundheit von Menschen, Tieren und der Umwelt eng zusammenhängen und dass Naturschutz deswegen auch Gesundheitsschutz bedeutet. Dazu gibt es viel zu sagen. Aus Sicht des WWF ist die Bandbreite des Problems vor allen Dingen in drei Bereichen zu sehen [Anlage 4, Seite 3]: Einerseits in der Lebensraumzerstörung, die massiv und damit Treiber für neue Infektionskrankheiten und problematisch für die lokale Bevölkerung ist, wobei die Verantwortung dafür auch in den Lieferketten hier bei uns im Rahmen der globalen Normen zu sehen ist. Andererseits der Biodiversitätsverlust. Eine Million Arten sind bedroht. Das haben wir letztes Jahr erfahren. Grund dafür ist vor allem der Mensch. Artenverlust und Störung des Ökosystems, das werden wir sicherlich noch hören, kann eben das Risiko der Krankheitsübertragung erhöhen. Und am Ende natürlich die Wildtiernutzung, der massive, illegale Artenhandel und das Problem, dass unzureichend regulierte Wildtiermärkte und Wildtierkonsum Katalysatoren für Zoonosen sind.

Das bedeutet, dass wir für die Pandemie-Prävention einen breiten Ansatz brauchen. Wir haben hier Handlungsempfehlungen an die Politik zur Verringerung von Pandemien formuliert [Anlage 4, Seite 4]. Da brauchen wir im Bereich des Wildtierhandels ein konsequentes Vorgehen gegen den illegalen Wildtierhandel, eine Eliminierung von Hochrisiko-Wildtiermärkten und natürlich eine Nachfragereduktion für hochriskante und nicht-nachhaltige Wildtierprodukte. Pauschale Verbote lassen da die Wichtigkeit von nachhaltig genutztem Wildfleisch als Eiweiß- und Einkommensquelle gerade für ländliche und indigene Bevölkerung außer Acht. Hier können wir die Entstehung von staatlich kontrollierbaren Schwarzmärkten



fördern. Deswegen brauchen wir eher Unterstützung, dass Wildtiertnutzung ökologisch nachhaltig wird und Gesundheitsrisiken dabei natürlich minimiert werden. Da gibt es schon – und wir brauchen noch mehr – sektorübergreifende, finanzielle, technische und politische Unterstützung, vor allen Dingen für Drittstaaten in der Entwicklungszusammenarbeit. Wir sind natürlich dankbar für die Bemühung der Bundesregierung mit den Haushaltsmitteln, die der Bundestag bereitstellt, aber mehr wäre nötig. Beim Stopp von Lebensraumverlust und Entwaldung unter Punkt 4 begrüßen wir natürlich die Leitlinien der Bundesregierung zu den entwaldungsfreien Lieferketten auf dem deutschen beziehungsweise europäischen Markt - unter Punkt 5 Wir erwarten, dass diese in ihren Lösungsansätzen zügig verfolgt werden. Da brauchen wir auch Anstrengungen, die deutsche EU-Ratspräsidentschaft zu nutzen, um das Thema „entwaldungsfreie Lieferketten“ auf europäischer Ebene zu adressieren. Und am Ende natürlich – aktuell auch in vieler Munde – die Konjunkturprogramme, die nach und während der Krise ausgerollt werden: Diese müssen zwingend an den Erhalt von Biodiversität geknüpft werden, um im Sinne der nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen und natürlich im Sinne der Pariser Klimaziele eine nachhaltige Entwicklung zu fördern und deutlich zu machen, dass eben alles zusammenhängt.

Damit vielen Dank, deutlich mehr Hintergrundinformation finden Sie in den Materialien und auch natürlich auf unserer Homepage unter wwf.de/corona. Das zusammengestellte Hintergrundpapier sollte Ihnen schon zugekommen sein. Sie finden es auch hier im Internet auf der Seite.

Prof. Dr. Wim van der Poel (*Wageningen Bioveterinary Research* (Niederlande)): Ja, ich kann Sie hören. Wir versuchen, die Präsentation darzustellen. Ich hoffe, Sie können die Präsentation jetzt sehen [Anlage 7].

Ich bin Wim van der Poel und arbeite bei *Wageningen Bioveterinary Research*. Wir haben unseren Sitz in Lelystad, wo wir mit unserer Hochsicherheitsabteilung für die Arbeit an Viren mit der niederländischen Universität Wageningen verbunden sind. Diese Arbeit hat bereits gezeigt, dass nahezu 70 Prozent der neu auftretenden Infektionen ihren Ursprung in der Tierwelt haben. Wir arbeiten auch deshalb an diesen infektiösen Viren, weil

es sowohl für das Gesundheitswesen als auch für die Sicherheit tierischer Erzeugnisse von Bedeutung ist. Heute gibt es immer mehr Verfahren zur Früherkennung neuer Zoonosen, ebenso verfügen die verschiedenen Institute über mehr und mehr Methoden, mit deren Hilfe sie Zoonosen in einem sehr frühen Stadium feststellen können. Das also ist ein Großteil unserer Arbeit in den Labors: Die Erforschung neuer Zoonosen, die auch das neue Coronavirus einschließt.

In den Niederlanden führen wir eine Liste von prioritären Zoonosen. Diese Liste ist ein dynamisches Dokument – wenn also etwas wichtiger wird, können wir es in die Bewertung einbeziehen, und es kann auf der Liste nach oben rücken [Anlage 7, Seite 5]. Deshalb findet sich in der neuen Liste natürlich auch das neue Coronavirus.

In den Niederlanden gibt es eine Meldeplattform für Zoonosen. Alle Forschungsinstitute, die sich mit neuen und neu auftretenden Zoonosen befassen, finden hier zusammen, um Anzeichen neuer Zoonosen zu erörtern und die Regierung rechtzeitig zu beraten [Anlage 7, Seite 6].

In den Niederlanden gibt es eine für Zoonosen zuständige Struktur, also eine Entscheidungsstruktur, zu der auch die Meldeplattform gehört, und die Institute berichten den in dieser Struktur wirkenden Behörden über ihre Zoonosenforschung sowie über neue Beobachtungen zu Zoonosen [Anlage 7, Seite 7].

Wir gehören ferner zu verschiedenen Netzwerken von Forschungsinstituten, die sich mit Zoonosen befassen. Da wären das *Netherlands Centre for One Health* (NCOH), die *Global One Health Research Partnership*, in der wir mit führenden internationalen landwirtschaftlichen Hochschulen auf dem Gebiet der Zoonosen nach dem Konzept „Eine Gesundheit“ zusammenarbeiten, und schließlich die *European Partnership for One Health*, in der wir uns ebenfalls mit Zoonosen befassen [Anlage 7, Seite 8].

Die verschiedenen Forschungsinstitute folgen ebenfalls dem Konzept „Eine Gesundheit“; nach diesem Ansatz arbeiten wir, also Ärzte und Tierärzte, Medizinforscher und auch Umweltforscher, zusammen, um gemeinsam über neu auftretende Zoonosen und Gesundheitsprobleme im Allgemeinen zu forschen.



Prof. Dr. med. Isabella Eckerle (*Centre for emerging viral diseases*, Universitätsklinik der Universität Genf): Wir haben gesehen, dass durch die neuartige Pandemie mit dem SARS Coronavirus 2 plötzlich eine sehr breite Bevölkerung die Relevanz von Zoonosen erkennt. Die Experten allerdings, die sich seit langem mit diesem Fach beschäftigen – ich mache das auch seit etwa zehn Jahren –, die waren davon wenig überrascht, weil wir eigentlich schon seit dem SARS Ausbruch 2002/2003 wissen, dass Wildtiere eine extrem hohe Diversität an neuartigen Krankheitserregern aufweisen. Eigentlich haben alle, die in diesem Feld arbeiten, damit gerechnet, dass früher oder später ein solches Virus ausbrechen wird.

Gleichzeitig wissen wir, dass weltweit ein großer Handel von Wildtieren stattfindet. Ich glaube, es ist ganz wichtig zu betonen, dass es sich hier nicht nur um den illegalen, sondern auch um den legalen Handel mit Wildtieren handelt. Und eine weitere Dimension, die ich ansprechen möchte, ist nicht nur der Wildtierhandel, sondern auch die Haltung von Wildtieren oder nicht-domestizierten Tieren wie beispielsweise in Pelzfarmen, die nicht nur in den Herkunftsländern, sondern auch bei uns ein Risiko für Zoonosen darstellen. Beispielsweise werden Marderhunde, die einen Zwischenwirt für das SARS Coronavirus 1 darstellen, in großer Anzahl für Pelz gezüchtet. Wir haben auch gerade in den letzten Tagen gesehen, dass das neue SARS Coronavirus 2 zu Ausbrüchen in Pelzfarmen in den Niederlanden geführt hat. Das heißt, auch bei uns schaffen wir durch die unnatürliche Haltung oder Nutzung von Wildtieren Brutstätten für Krankheitserreger.

Die Studie der Organisation Pro Wildlife e.V. hat ergeben, dass Deutschland einen der Hauptabsatzmärkte für Wildtiere darstellt, darunter vor allem für exotische Haustiere. Das Problem mit diesen exotischen Haustieren ist, dass wir im Moment noch überhaupt keine Kartierung haben, welche Erreger diese alle tragen können. Da finden wir also sehr viele humanpathogene Erreger. Wir finden auch sehr viele Erreger, die mit Humanpathogenen verwandt sind. Wir kennen aber eigentlich die Bedeutung dieser Erreger nicht. Ich glaube, dass wir mit dem Import von Wildtieren eine Büchse der Pandora für neuartige Krankheitserreger schaffen, insbesondere nicht nur für humanpa-

thogene Erreger, sondern auch für Krankheitserreger, für Nutztiere und für einheimische Wildtiere. Ich glaube, die Forschung daran ist noch weniger intensiv als an den humanpathogenen Erregern.

Ein paar Beispiele von ungewöhnlichen Krankheitsgeschehen, die durch Haustiere eingeschleppt wurden: In Deutschland starben vier Leute an einem bislang unbekannten Bornavirus, das durch Bunthörnchen eingeschleppt wurde. Es gab mehrere Ausbrüche mit Kuh- und Affenpocken, sowie einem Hanta-Virus. Die Forschung daran zeigt, dass die Ursprungsorte und die Handelswege von diesen Tieren teilweise überhaupt nicht zu rekonstruieren sind.

Ein ganz wichtiger Aspekt ist, dass die bisherigen Regularien, wie das Washingtoner Artenschutzübereinkommen, nur den Schutz der Arten im Blick haben, aber nicht den Schutz vor Krankheitserregern. Ich glaube, ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass der Wildtierhandel Anreize für die lokale Bevölkerung in den Herkunftsländern schafft, Wildtiere zu jagen. All diese Gründe sprechen eigentlich dafür, dass wir das Thema Gesundheitsschutz stärker in den Fokus nehmen müssen und dass dieser Import, sowohl legal als auch illegal, nicht abschätzbare Risiken für die Gesundheit darstellt und deswegen sehr streng reguliert oder am besten komplett verboten werden sollte.

Dr. Sandra Altherr (Pro Wildlife e. V.): Ich hoffe, Sie können die PowerPoint-Präsentation sehen [Anlage 10].

Vorsitzende: Ja.

Dr. Sandra Altherr (Pro Wildlife e. V.): Uns ist das Thema sehr wichtig. Wir haben in der Debatte um die Corona-Krise immer wieder festgestellt, dass sich der Fokus von Forderungen und Handlungsversprechen auf den illegalen Handel konzentriert. Wie eben auch die Vorrednerin schon sagte, ist es aus unserer Sicht sehr wichtig zu betonen, dass der legale Handel ein potenzielles Einfallstor ist. Die Studie, die eben schon erwähnt wurde, haben wir erst Ende März veröffentlicht. Das ist eine zweijährige Studie gewesen im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz und des Bundesumweltministeriums. Wir haben den Handel in Deutschland mit als Haustiere gehaltenen Reptilien, Amphibien und exotischen Säugern un-



tersucht [Anlage 10, Seite 3]. Das ist vielleicht insofern für Sie von einem gewissen Mehrwert, als es eben nicht um die Wildtiermärkte in Asien geht, sondern darum, was sich hier in Deutschland abspielt. Diese Studie hat bestätigt, dass wir einen Handel vorfinden, der größtenteils unreguliert ist. Wir haben alleine für diese drei Tiergruppen über 2 000 verschiedene Arten in der Studie nachgewiesen und im Vergleich mit früheren Studien festgestellt, dass das Artenspektrum einem steten Wandel unterzogen ist und sich auch ständig vergrößert, weil wir in immer neue Lebensräume vordringen. Ein ganz wichtiger Punkt: Drei Viertel der hier angebotenen Arten sind nicht durch das Washingtoner Artenschutzübereinkommen geschützt. Das heißt, die Importe hierher werden weder registriert noch in irgendeiner Form reguliert. Das ist eine Blackbox. Wir wissen nicht, was herein kommt, welche Arten importiert werden, welche Vorgeschichte diese haben – sind es Wildfänge? Kommen die von irgendeiner dubiosen Farm? –, geschweige denn, wo diese Tiere letztlich landen. Daraus ergeben sich für uns als Artenschutzorganisation natürlich eine Menge Probleme.

Aber auch die gesundheitlichen Risiken darf man nicht vergessen [Anlage 10, Seite 4]. Die Bedingungen, die wir in diesem Lebend-Tierhandel beim Fangen, bei der Zwischenlagerung und beim Transport vorfinden, egal ob das Tier hinterher auf einem *wet market* in China landet oder hier im Heimtierhandel, sind übel, um es mal so zu sagen, und schaffen ideale Voraussetzungen für die Vermehrung von Pathogenen. Wir möchten keine Panik schüren. Nicht jede Zoonose wird überhaupt zur Pandemie, aber mit steigendem Artenspektrum im Handel und der Zahl der Tiere steigt die Bandbreite möglicher Zoonosen. Die Bornaviren sind eben schon erwähnt worden. Vielleicht kann man darauf später nochmal ein bisschen detailliert in der Fragerunde eingehen. Das ist auf jeden Fall ein sehr interessanter Fall. Es geht um diese hübschen Tierchen, die hier auch als Haustiere gehandelt werden.

Wir haben festgestellt [Anlage 10, Seite 5], dass die EU, als die Affenpocken 2003 aufkamen, sofort mit einem Importverbot für Präriehunde aus den USA, bei denen diese Erreger nämlich gefunden wurden, und für einige afrikanische Nager re-

agiert hat, von denen man vermutet, dass sie ursprünglich der Wirt waren. Die Vogelgrippe ist auch schon erwähnt worden. Die EU hat daraufhin ein Importverbot für Wildvögel erlassen, das wir aus Artenschutzsicht, aber auch aus vielen anderen Gründen, ausdrücklich begrüßen.

Ich möchte zumindest – weil es ja auch der Umweltausschuss ist – den Salamanderfresser erwähnen. Das ist streng genommen keine Zoonose, weil dieser innerhalb der Amphibien gesprungen ist. Diese Erkrankung ist ein tödlicher Hautpilz, eingeschleppt über den Handel mit asiatischen Schwanzlurchen. Da hat die EU kürzlich mit einer Quarantäne-Verordnung reagiert. Aber wenn man sich das anschaut, dann wird deutlich, dass die gesetzgeberischen Maßnahmen in der EU bisher immer punktuell und immer reaktiv und nicht präventiv waren.

Deshalb ergeben sich für uns natürlich folgende Schwerpunkte [Anlage 10, Seite 6]: Zum einen – das wurde ja auch von der Bundesregierung und auch von anderen Ländern schon gesagt –, dass man den internationalen Schutz von Lebensräumen und Ökosystemen stärken möchte. Das ist natürlich ein ganz wichtiger Punkt, den wir auch gar nicht schmälern wollen. Aber wir wollen auch den Blick lenken auf die Verantwortung Deutschlands und der EU als Absatzmarkt, vor allen Dingen für lebende Wildtiere. Und das ist eben auch im Zusammenhang mit Zoonosen durchaus ein wichtiger Punkt. Da würden wir uns eine strengere Regulierung wünschen.

Prof. Dr. Simone Sommer (University of Ulm, *Institute of Evolutionary Ecology and Conservation Genomics*): Als Evolutionsökologin ist es mir wichtig, nochmal zu betonen, dass Viren keine spontan auftretende Geißel der Menschheit, sondern natürliche Bestandteile von Ökosystemen sind und wichtige Funktionen über die Wirt-Pathogen-Interaktion haben. Pflanzen, Tiere und der Mensch eingeschlossen sind alltäglich mit einer Vielzahl von Viren und anderen Erregern konfrontiert, an die sich ihr jeweiliges Immunsystem im Laufe der Evolution angepasst hat. Neuartige Infektionskrankheiten beziehungsweise zoonotische Erkrankungen können nur dann entstehen, wenn naive Arten mit Erregern konfrontiert werden, an die ihr Immunsystem nicht angepasst ist. Deshalb möchte ich nochmal betonen, dass durch Menschen gestörte Umwelt- und Lebensbedingungen



Viren und anderen Pathogenen neue Übertragungsmöglichkeiten eröffnen und Arten somit in Kontakt kommen, die sich unter natürlichen Bedingungen niemals begegnet wären.

Meine Vorredner beziehungsweise Vorrednerinnen haben nun schon den Verzehr von Wildtierfleisch, Wildtierhandel und Massentierhaltung betont. Ich möchte auf den dritten Punkt näher eingehen: Das sind die Umweltzerstörung und die Veränderung der Landnutzung. Unsere Weltbevölkerung ist inzwischen auf 7,8 Milliarden Menschen angestiegen. Deshalb hat die Erde viele Kipppunkte erreicht, darunter die Störung natürlicher Lebensräume, da der Mensch in immer entlegeneren Regionen, vor allem in die verbleibenden Regenwälder Asiens, Afrikas und Südamerikas eindringt. Wir wissen alle, dass das zum einen geschieht, um Siedlungen zu bauen. Ich möchte aber auch betonen, dass mit internationaler finanzieller Unterstützung sehr häufig riesige Bergbauprojekte, Staudammprojekte angelegt werden, die für die verbleibenden menschlichen, natürlichen Völker, die dort noch leben, gravierende Einschnitte bedeuten. Es werden aber auch viele Wälder abgeholzt, um Monokulturen anzulegen. Ich möchte nur an Palmölplantagen, Soja- und Zuckerrohr erinnern, die primär für die Nutzung und den Verbrauch in der westlichen Welt bestimmt sind.

Was jetzt hier aus ökologischer Sicht passiert, ist, dass sich durch die Zerstörung der verbleibenden Naturregionen die Artengemeinschaften verändern. Wir haben nicht einfach ein Kartenspiel, wo einzelne Arten einfach rausgeschmissen werden, sondern wir haben sehr unterschiedliche Verhaltensweisen von sensitiven Arten, also Arten, die auf Umweltzerstörung sensitiv reagieren, und sogenannten Generalisten. Während sensitive Arten normalerweise in ihrer Häufigkeit abnehmen, oft durch Einbrüche der Populationsgrößen die genetische Diversität verlieren oder dann auch ganz verschwinden und deshalb die Ersten sind, deren biologische Vielfalt reduziert wird, haben wir andere Verhaltensmuster bei sogenannten Generalisten, also Arten, die anpassungsfähig an veränderte Umweltbedingungen sind, und vor allem bei invasiven Arten – Arten, die in Naturräume der sogenannten umgebenden Matrix einwandern können. Diese besetzen in der Regel die freiwerdenden ökologischen Nischen und nehmen so auch häufig in ihrer Häufigkeit beziehungsweise in ihrer

Abundanz zu und natürlich auch dementsprechend ihre Krankheitserreger. Das heißt, das ökosystematische Gefüge wird so sehr stark gestört, Randeffekte entstehen und Verdünnungseffekte gehen verloren. Als Folge dessen kommen der Mensch und seine Nutztiere mit Wildtieren immer näher in Kontakt und treffen so auch auf Erreger, die für Menschen potenziell gefährlich sind. Dies hat nun Konsequenzen für die Entstehung neuartiger Viren, für die Übertragungsmöglichkeiten und auch dann für die Entstehung neuer Zoonosen.

Ich denke, dass die Corona-Krise nochmal bestätigt, dass die Erde viele Kipppunkte erreicht hat und die Menschheit an einem Wendepunkt steht. Die verbleibenden Naturräume müssen bewahrt werden und dementsprechend auch Umwelt- und Artenschutz im Sinne *des One-Health-Konzeptes* bei politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen größere Bedeutung bekommen. Letztendlich ist dies auch im Sinne des Klimaschutzes, denn wir wissen, dass die Wälder essentielle CO₂-Speicher sind.

Vorsitzende: Wir kommen damit in die erste Frageunde und es beginnt Herr Dr. Schulze für die Union und er hat eine erste Frage an Herrn Prof. Conraths.

Abg. Dr. Klaus-Peter Schulze (CDU/CSU): Zunächst einmal herzlichen Dank an die Vorträge der Sachverständigen. Ich glaube, die haben nochmal die Breite des Problems geschildert. Ich muss sagen, ich bin jetzt das siebente Jahr hier im Unterausschuss und das ist das erste Mal, dass wir uns mit dem Thema so intensiv befassen. Ich denke, es ist auch der richtige Zeitpunkt.

Das Thema Wildtierhandel, das von einigen Sachverständigen hier angesprochen wurde, wird demnächst Gegenstand eines Antrages mit dem Koalitionspartner sein. Wir sind jetzt in der Erarbeitung beziehungsweise in der Endphase der Erarbeitung, sodass das den Kollegen demnächst vorgelegt werden kann. Meine Frage an Herrn Prof. Dr. Conraths. Beim Thema der invasiven Arten tauchte schon das Stichwort „Marderhund“ auf. Wir wissen, dass wir in Deutschland eine stark zunehmende Population haben. Als ein Beispiel könnte man den Waschbär nehmen und andere natürlich auch. Wie schätzen Sie die Möglichkeit ein, dass solche invasiven Arten Zoonosen auch in



Deutschland übertragen und sind Fälle bisher bekannt?

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Loeffler-Institut): Also wir wissen, dass der Marderhund eine wesentliche Rolle gespielt hat bei der Ausbreitung der Tollwut. Das ist nicht unbedingt bei uns in Deutschland so geschehen, aber in anderen Teilen Europas, auch in Ländern, in denen die Tollwut zuvor schon ausgerottet gewesen ist, weil es über die Tiere wieder eingeschleppt worden ist.

Sie haben auch den Waschbär angesprochen. Die Waschbär-Populationen in Deutschland und in den angrenzenden Ländern sind in der letzten Zeit sehr gut untersucht worden. Wir wissen heute, dass mit dem Waschbär aus Nordamerika – zumindest mit einzelnen Einführungen – ein Waschbär-Spulwurm eingeschleppt worden ist, der in den letzten 20 bis 25 Jahren bei uns in einzelnen Fällen auch Menschen infiziert hat. Das Problem bei diesem Waschbär-Spulwurm besteht darin, dass er sehr große Larven bildet, die neurotrop sind. Das heißt, sie haben sich darauf spezialisiert, sich durch Nervengewebe zu bohren. Wenn Sie sich vorstellen, dass sich eine ein Millimeter große Larve – nicht eine, sondern in großer Zahl – durch das Auge oder durch das Gehirn bewegt, dann können Sie sich vorstellen, welche Schäden damit angerichtet werden können. In Nordamerika sind Infektionen mit diesen Erregern bekannt, die sehr schwerwiegende Folgen hatten, also insbesondere bei Kindern, die Erde aufgenommen haben, die mit den Larven beziehungsweise mit den Eiern von Waschbär-Spulwürmern kontaminiert gewesen war. Diese haben dann diese Larven in großer Zahl aufgenommen und sind an solchen Infektionen gestorben. Das ist bei uns bisher – Gott sei Dank – nicht passiert, aber es kann durchaus passieren beim Waschbär. Beim Marderhund wissen wir, dass er bei der Ausbreitung der Tollwut eine Rolle gespielt hat. Bei uns ist das – Gott sei Dank – bisher nicht passiert. Auf der anderen Seite muss man auch im Auge behalten, wenn wir schon beim Marderhund sind, dass in den Regionen Deutschlands, in denen der Kleine Fuchsbandwurm häufig und auch beim Fuchs häufig vorkommt und in denen gleichzeitig der Marderhund vorkommt, auch der Marderhund als Endwirt für den Kleinen Fuchsbandwurm eine ähnlich große Rolle spielen kann, wie das auch

der Fuchs tut. Das ist insbesondere in Ostdeutschland in großer Zahl der Fall.

Abg. **Carsten Träger** (SPD): Vielen Dank, dass es heute möglich ist, über dieses Thema zu reden; wir haben hier angeregt, das zu tun. Herzlichen Dank an alle Sachverständigen.

Meine Frage geht an Herrn Dr. Köhncke. Sie haben nochmal auf den *One-Health*-Ansatz abgestellt und es ist uns allen klar, glaube ich, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen Natur, Tier und Mensch. Sie verweisen in Ihrer Stellungnahme aber auch drauf, dass im Detail noch weitere Forschung nötig ist und Frau Prof. Dr. Sommer hat dankenswerterweise schon einiges ausgeführt. Aber vielleicht können Sie auch nochmal auf den Zusammenhang zwischen Naturzerstörung und dem Verlust der Biodiversität eingehen und wie sich daraus ein steigendes Risiko für Zoonosen ergibt. Welche Maßnahmen empfehlen Sie uns neben einem Verbot für Wildtiermärkte mit lebenden oder toten Tieren zum Verzehr?

Dr. Arnulf Köhncke (WWF Deutschland): Der WWF ist eine wissenschaftsgetriebene Organisation. Das heißt, wir versuchen einen Überblick zu haben über die Lage der Wissenschaft. Da zeigt sich eben das Bild, das ja auch von den anderen Experten betont wurde. Wenn die Umwelt zerstört wird, – Frau Professorin Sommer und Frau Professorin Eckerle haben es ja ausgeführt –, dann kommt es aus den eben erklärten Gründen des Verdünnungseffektes, des Randeffektes zu der Zunahme von Krankheitsrisiken. Aus unserer Sicht ist es auch sehr problematisch vor allen Dingen für die lokale Bevölkerung, die also nicht nur unter dem Wegfall von natürlichen Ressourcen um sie herum leidet, sondern die gleichzeitig höheren Risiken für Infektionskrankheiten ausgesetzt ist. Sehr eindrucksvolle Beispiele gibt es dazu im Zusammenhang mit Entwaldung und der Zunahme von Malaria-Fällen, weil die Entwaldung und die da entstehenden menschlich beeinflussten Lebensräume deutlich bessere Lebensbedingungen für die die Krankheit übertragenden Mücken bieten als ein geschlossener Regenwald. Das hat aber natürlich dramatische Folgen für lokale Bevölkerungen. Aber das ist jetzt natürlich keine mit einer Pandemie drohende Zoonose, sondern Malaria, also eine von Insekten übertragene Infektionskrankheit.



Was wir vorschlagen zu tun, ist natürlich, wie auch schon von anderen Experten beziehungsweise Expertinnen betont, dass Umwelt und Artenschutz auch aus Gründen der Gesundheitsvorsorge ein noch größeres Augenmerk in der Politik erhalten und die Bemühungen verstärkt werden, gerade in Drittstaaten gemeinsam mit den lokalen Bevölkerungen großflächigen Umweltschutz zu unterstützen. Das betrifft auch die von Ihnen angesprochene Regulation oder das stärkere Vorgehen gegen illegalen Wildtierhandel und die Eliminierung von Hochrisiko-Märkten. Unserer Ansicht nach geht es darum, das Risiko im Wildartenhandel für die menschliche Gesundheit zu reduzieren und gleichzeitig immer auf ökologische Nachhaltigkeit im Wildtierhandel zu pochen. Hier geht es auch wieder darum, die Abhängigkeit gerade der lokalen Bevölkerungen von Wildfleisch als Eiweiß- und Einkommensquelle mit in Betracht zu ziehen und bei neuen Regulierungen mit zu bedenken, damit auch gerade die Menschen vor Ort nicht das Nachsehen haben, wenn wir hier über Regulierungen nachdenken.

Und zum Schluss ist es natürlich wichtig, weitere Erkenntnisse zu sammeln. Wir haben in Kontakt mit Kollegen in Asien schon Überlegungen dazu angestellt, was denn die Risiken sind, die von Wildtiermärkten ausgehen. Es zeigt sich, dass es über viele Dimensionen geht. Es geht also nicht nur um Hygiene – natürlich spielt Hygiene eine Rolle –, sondern es geht auch um die von Ihnen angesprochene Praxis, ob man lebende und tote Tiere oder nur tote oder nur lebende zusammen hält. Das erhöht Übertragungsrisiken. Es geht um das Artenspektrum der dort gehandelten Tiere, also ob darunter sogenannte Hochrisiko-Artengruppen wie Nagetiere, Schuppentiere oder Fledermäuse sind. Am Ende geht es auch darum, wo dieser Markt liegt.

Es wurde ja schon die Problematik der Ballungsräume und der Globalmobilität angesprochen. Wenn wir einen solchen Markt mit einem risikoreichen Artenspektrum in einem urbanen Ballungsraum haben, ist natürlich das Risiko einer Übertragung deutlich höher, als wenn es jetzt in einem ländlichen Raum wäre. Da lassen sich Hochrisiko-Märkte identifizieren. Hier fokussiert sich viel auf Asien. Wir brauchen also auch noch mehr Erkenntnisse zum afrikanischen und zum la-

teinamerikanischen Raum. Wo sind diese Hochrisiko-Märkte, wo kann man auch vorgehen? Wir bräuchten da noch die Unterstützung aus der Politik, um sektorübergreifend die entsprechende technische, finanzielle und politische Unterstützung bereitstellen zu können. Denn das sind dann natürlich sehr weitreichende Maßnahmen, wenn wir über Schließung von lokalen Hochrisiko-Märkten nachdenken.

Abg. **Andreas Bleck** (AfD): Jetzt ist es so, dass wir hier doch einen wichtigen Anlass haben, warum wir dieses Fachgespräch durchführen. Es ist natürlich das Coronavirus. Das Coronavirus hat sich schon ein Stückweit – nicht nur ein Stückweit – zu einem Politikum zwischen Supermächten, vor allen Dingen zwischen den Vereinigten Staaten und der Volksrepublik China entwickelt. Wir sind davon überzeugt, dass es sich hier tatsächlich um eine Zoonose handelt. Weil wir auch viele Zuschauer haben, wäre es doch nett, Herr Prof. Dr. van der Poel, wenn Sie doch noch einmal die wissenschaftliche Evidenz klarmachen könnten, warum es sich hier um eine Zoonose handelt und idealerweise auch eben von welchem Tier. Das wäre die erste Frage. Die zweite: Was sagen eigentlich positive SARS-CoV-2 PCR-Tests bei Tieren über die Zuverlässigkeit dieser Tests bei Menschen aus?

Prof. Dr. Wim van der Poel (*Wageningen Bioveterinary Research* (Niederlande)): Das aktuelle SARS-Coronavirus stammt ursprünglich von einer Fledermausart. Es kann genetisch nachgewiesen werden, dass das Stammvirus bei einer Fledermausart in China vorkommt. Es ist auch wissenschaftlich allgemein anerkannt, dass das Stammvirus von einer Fledermausart in China oder einer Fledermausart stammt, die zumindest in China lebt. Das Virus bei der Fledermausart ist nicht dasselbe wie das SARS-Coronavirus. Es hat sich – wahrscheinlich durch Mutation in einem Zwischenwirt oder durch Infizierung von Menschen in einem frühen Stadium – verändert. Es ist zwischen Menschen übergelungen und hat sich so zu einem durch Menschen übertragenen Virus entwickelt. Es hat also entweder einen Zwischenwirt gegeben oder es gab ein gewisses Vorkommen in einer kleinen Gruppe von Menschen, die auf ein Virus trafen, das nun durch Menschen übertragen wird. Das aktuelle Virus ähnelt eher einem



Humanvirus als einem Zoonosevirus. Derzeit infiziert man sich also immer durch andere Menschen und nicht durch Fledermäuse.

Abg. **Andreas Bleck** (AfD): Ich wiederhole dann vielleicht nochmal die zweite Frage: Was sagen eigentlich positive SARS CoV-2 PCR-Tests bei Tieren über die Zuverlässigkeit dieser Tests bei Menschen aus?

Prof. Dr. Wim van der Poel (*Wageningen Bioveterinary Research* (Niederlande)): Positive PCR-Tests sind normalerweise sehr sensitiv und auch spezifisch. Es hängt vom Test ab, und welche Art von Proben verwendet werden, ob das Virus spezifisch nachgewiesen wird oder ob es sich um einen allgemeineren Nachweis des Coronavirus handelt. Bei den derzeitigen PCR-Tests werden also unterschiedliche Verfahren verwendet – einige mit allgemeineren *Primern* und andere mit spezifischeren *Primern*. Empfehlenswert ist, beide zu kombinieren. Verwendet man also eine Kombination der allgemeinen und der spezifischen Nachweisverfahren, kommt man zu einem spezifischen Nachweis des Coronavirus, das jetzt beim Menschen zirkuliert. Führt man diese Tests an Tieren durch, gilt dies eben analog. Hat man einen positiven Test unter Verwendung der spezifischen *Primer* – entweder an Tieren oder an Menschen –, dann liegt ein spezifisch positiver Test vor.

Vorsitzende: Dankeschön. Ich möchte noch einmal darauf hinweisen, dass alle Nebengespräche das Zuhören für diejenigen, die dann im Internet dieser Anhörung beziehungsweise diesem Fachgespräch folgen wollen, erschweren. Deshalb nochmal die Bitte, Nebengespräche vielleicht draußen zu führen.

Abg. **Judith Skudelny** (FDP): Ich habe drei Fragen an Frau Professorin Eckerle, die ich schnell stellen werde. Als erstes meine Frage: Wir haben einmal Wildtiere, wir haben exotische Tiere und wir haben davon gesprochen, dass Wildtiere auch gezüchtet werden. Können Sie ganz kurz eine Begriffsklärung machen: Was ist ein Wildtier, was ist ein exotisches Tier und was ist mit Wildtieren, die vielleicht gezüchtet worden sind? Zählen die dann zu den Wildtieren oder sind die dann eher Nutztiere? Ich finde, manchmal ist es ein bisschen schwierig, die einzelnen Begrifflichkeiten auseinanderzuhalten und dann auch klare Diskussionen zu führen.

In einem zweiten Schritt würde ich gerne von Ihnen wissen: Wir haben gehört, dass Wildtiermärkte, also Hochrisiko-Wildtiermärkte, am besten eliminiert werden müssen. Sie haben jetzt in Ihrer schriftlichen Stellungnahme gesagt, dass die kritische Beurteilung von Wildtierkonsum und Handel keine Stigmatisierung zur Folge haben darf. Könnten Sie dazu vielleicht zwei Sätze verlieren?

Und dann: In diesen Hochrisiko-Märkten, wie sie genannt worden sind, von den betreffenden Ländern, haben wir ja gar keinen direkten Einfluss. Das muss man sagen: Wir wollen ja nicht kolonialisieren. Wir wollen aufklären und helfen. Was kann man dann tun, um hier richtige Rahmenbedingungen zu setzen und welche Rolle kann hier vielleicht noch die Entwicklungshilfe spielen? Sollte es noch Zeit geben – wenn nicht, stelle ich die Frage in der nächsten Runde: Sie haben ja gesagt, wir hätten Wildtierhandelsabkommen etc. und dass diese aber nicht beim Schutz vor Krankheitserregern helfen würden – was müsste denn in so einem Abkommen enthalten sein? Gibt es da überhaupt schon wissenschaftliche Erkenntnisse? Weiß man schon genug, wie ein solches Abkommen gestrickt sein müsste, um wirksam zu sein?

Prof. Dr. med. Isabella Eckerle (*Centre for emerging viral diseases*, Universitätsklinik der Universität Genf): Ich versuche, mich kurz zu fassen. Also die

Begriffe Wildtier, exotisches Tier, gezüchtetes Tier: Da gibt es meines Wissens keine wissenschaftliche Definition für. Ich glaube, die Kerninformation hier ist, dass das Tiere sind, die der Natur beziehungsweise einem Ökosystem entnommen werden, also Wildfänge, die z. B. als Haustiere gehandelt werden, und eben gleichzeitig Tiere sind, die nicht domestiziert sind. Damit meine ich jetzt Tiere außerhalb von Rind, Kuh und Schaf, also klassischen Nutztieren, die ja auch z. B. jetzt im Handel ganz bestimmten Regulatorien unterfallen. Da ist ganz klar definiert, was ein Nutztier und was kein Nutztier ist. Es geht um Tiere, die aus der freien Wildbahn entnommen werden und gezüchtet werden. Und gerade diese Beispiele für diese Pelzfarmen – das sind ja jetzt keine klassischen domestizierten Tiere, von denen wir genau wissen, die haben die und die Krankheiten, die werden gegen das und das geimpft,



sondern das ist irgendwo eine Grauzone. Und deswegen würde ich das persönlich auch in den größeren Rahmen „Wildtier“ fassen, weil wir einfach zu wenig über diese Tiere wissen. Die sind nicht wie Nutztiere, wie Rinder oder Schweine, von denen wir ganz genau wissen, welche Krankheiten sie tragen und wie man sie schützt und hält. Da gibt es ja auch keine Vorgaben oder es gibt Vorgaben, aber die werden, soweit ich weiß, in den meisten Ländern sicher nicht beachtet. Für mich würde der Rahmen „Wildtiere“ alles umfassen, was kein domestiziertes Tier ist und eben die besondere Gruppe von Tieren, die aus einem intakten Ökosystem entnommen werden.

Auch bei der zweiten Frage zu den Wildtiermärkten, glaube ich, ist es wichtig zu unterscheiden: Was kommt nach Deutschland und was ist dieser Import von Tieren? Das ist für mich der Hauptfokus, weil das der Punkt ist, an dem wir was machen können. Denn solange dieser Import legal möglich ist, werden eben in den Ländern auch Anreize geschaffen, diese Tiere zu fangen. Das ist, glaube ich, ein ganz wichtiges Signal.

Und ein weiterer Aspekt, auf den ich jetzt leider nicht eingehen konnte, ist, dass wir auch die Menschen in diesen Ländern ja einem Gesundheitsrisiko aussetzen, indem wir finanzielle Anreize schaffen, in diese Gebiete reinzugehen und diese Tiere zu fangen. Und ich glaube, man muss ganz deutlich unterscheiden: Tiere, die eben lokal für lokalen Genuss oder für lokale Proteinversorgung gefangen werden, weil es dort schon immer gemacht wurde. Das sind traditionelle Jagdmethoden. Damit werden keine großen Mengen an Tieren gefangen. Da werden auch keine Haustiere gefangen. Da geht es wirklich um das Überleben oder eben um Nahrungsmittel. Ich glaube, das ist etwas, was in vielen Ländern einen Stellenwert hat und was man auch wahrscheinlich nicht eliminieren kann oder vielleicht auch nicht eliminieren muss. Aber ich glaube, man muss wirklich den kommerziellen Handel und die Anreize, die dafür geschaffen werden, unterscheiden. Dass diese Wildtiere in den Ländern gefangen werden, das ist teilweise eine Tradition oder eine Kultur, die man – wie gesagt – auch nicht anfassen muss, glaube ich. Teilweise ist es aber auch aus der Not gedrungen, weil die Protein- oder Nahrungsmittelversorgung nicht op-

timal ist. Ich glaube, dass da die Entwicklungshilfe auch gute Anreize leisten kann, aber ich glaube nicht, dass das das komplette Spektrum abdeckt.

Und als Drittes zu dem Abkommen. Ich glaube, wir haben im Moment keine wissenschaftlichen Methoden, um ein Erregerspektrum für diese ganze Bandbreite an Arten festzulegen, so wie wir das z. B. bei den Nutztieren haben. Bei diesen kann man ganz genau sagen: „Die und die Tierarten müssen auf Maul- und Klauenseuche und auf das und das getestet werden.“ Wir können das nicht. Ich glaube, deswegen muss das Abkommen vom Prinzip her den Import von Wildtieren, von Tieren, die dem Ökosystem entnommen werden, soweit wie möglich einschränken und am besten ganz verbieten. Denn wir haben keine Möglichkeiten, diese Tiere so zu *screenen* oder so zu untersuchen, dass wir sagen können, diese Tierart oder diese Tierart sei unbedenklich. Also ganz kurz nochmal das Beispiel mit den Bornaviren: Bornaviren wurden ganz lange untersucht bis man irgendwann mal der Meinung war, sie würden keine Rolle für den Menschen spielen. Jetzt plötzlich finden wir die in diesen Bunthörnchen und haben plötzlich Todesfälle damit. Das heißt, selbst von Viren, die wir schon sehr lange erforscht haben, können wir noch ganz viele Überraschungen erwarten. Wir haben im Moment keine Methoden, Arten sozusagen eine Unbedenklichkeit zu bescheinigen. Selbst wenn wir das in einer Untersuchung machen könnten, kann es immer noch sein, dass wir plötzlich eine Lieferung aus einer anderen Region haben, wo die Tiere vorher mit einem anderen Wirt in Kontakt waren und plötzlich ein neuartiges Virus tragen. Also ich glaube, die einzige Möglichkeit mit so einem Abkommen ist, den Handel von diesen Wildtieren komplett zu verbieten.

Abg. **Ralph Lenkert** (DIE LINKE.): Vielen Dank, Frau Vorsitzende. Vielen Dank an alle Sachverständige für die Ausführungen. Meine Frage an Frau Dr. Altherr lautet: Die Bundesregierung hat in Zusammenhang mit der Corona-Krise ein stärkeres Engagement beim Erhalt von Lebensräumen und gegen den Wildtierhandel versprochen. Reicht das bisherige Engagement aus Ihrer Sicht aus? Wo sind Defizite und was müsste aus Ihrer Sicht mehr geschehen?



Dr. Sandra Altherr (Pro Wildlife e. V.): Wir begrüßen ausdrücklich ein stärkeres Engagement im internationalen Erhalt von Lebensräumen. Das ist äußerst wichtig, nicht nur aus Klimaschutz- und Artenschutzgründen, sondern auch, weil das Konsumverhalten von EU-Bürgern, auch hier natürlich in Deutschland, zur Abholzung von Regenwäldern in Asien, Afrika und Lateinamerika beiträgt. Da sind nochmal die Stichworte Palmöl, Fleischkonsum oder Baumwolle zu nennen. Den Fokus auf den illegalen Wildtierhandel können wir nicht nachvollziehen. Das hatte ich ja vorhin auch schon angesprochen. Für einen Virus ist es völlig unerheblich, ob sein Wirtstier legal oder illegal gehandelt wurde. Da sind die hygienischen Bedingungen, der Stress, dem die Tiere im Verlauf der Handelsetappen ausgesetzt sind und die Frage, mit wie vielen Arten sie in Berührung kommen, viel wichtiger. Also gerade wenn wir von Wildfängen reden, dann reden wir zum Teil von brutalen Fangmethoden. Die Tiere werden auf dem Moped in irgendwelchen Kisten durchs Land gekarrt und in Zwischenstationen gehalten, wo sie auf andere Tiere treffen, mit denen sie in der Natur vielleicht nie zusammen getroffen wären. Der Stress und die hygienischen Bedingungen – all das fördert, dass die Erreger sich ausbreiten können. Da ist es völlig unerheblich, ob wir vom Wildtierhandel in Asien beziehungsweise in China selbst reden oder ob wir von Tieren reden, die es dann über die Handelskette hier in die hiesigen Wohnzimmer schaffen. Und welche große Rolle der legale und völlig ungebremsste, unkontrollierte Wildtierhandel in der EU spielt, hat ja unsere Studie bei den exotischen Haustieren gezeigt. Wir können, finden wir, auch ganz schlecht auf ferne Länder und deren Wildtierhandel verweisen, wenn wir selbst einen zentralen Absatzmarkt darstellen. Wir reden hier nicht von Proteinquellen, die für das Überleben von Leuten erforderlich sind, sondern wir reden von einem Luxusartikel, nämlich einem lebenden Dekoartikel, den wir ins Wohnzimmer holen. Da sollten wir aus vielen Gründen auch primär Handlungsbedarf sehen.

Vorsitzende: Abg. Lenkert hat noch eine Nachfrage an Sie.

Abg. **Ralph Lenkert** (DIE LINKE.): Sie haben vorhin Todesfälle durch Bornaviren bei den exotischen Hörnchen erwähnt. Könnten Sie dazu noch

etwas sagen? Und kennen Sie weitere, gut dokumentierte Fälle von Zoonosen?

Dr. Sandra Altherr (Pro Wildlife e. V.): Also zwischen 2011 und 2013 sind in Sachsen-Anhalt drei Züchter bzw. drei Halter von Bunthörnchen gestorben. Das Friedrich-Löffler-Institut – da haben wir ja auch einen Vertreter heute dabei – konnte einen neuartigen Bornavirus in den gehaltenen Hörnchen nachweisen. Wenig später ist auch im Tierpark Gettorf in Schleswig-Holstein eine Tierpflegerin nach einer sehr langen Hirnhautentzündung gestorben. In der Folgezeit wurde dieser Erreger auch in Schönhörnchen aus dem asiatischen Raum gefunden. Vielleicht nochmal zur Erinnerung: Also Bunthörnchen kommen eigentlich aus Zentralamerika. Dieser Erreger ist auch in Schönhörnchen aus Asien gefunden worden. Inzwischen weiß man von mindestens fünf Bundesländern, wo die Erreger in exotischen Hörnchen nachgewiesen wurden. Interessanterweise hatten wir während unserer Heimtierstudie wenige Inzidenzen für Schön- und Bunthörnchen. Da scheint in der Szene zwischenzeitlich die Nachfrage zurückgegangen zu sein. Unsere jetzigen Online-Untersuchungen zeigen aber, dass das ein kurzzeitiger Effekt war. Aktuell werden diese Tierchen wieder gehandelt.

Und dann vielleicht noch zur Übertragung oder zu anderen Tiergruppen als Überträger: Natürlich ist die Gefahr eines Übersprungs einer Zoonose von exotischen Säugern oder überhaupt von Säugetieren auf den Menschen wegen der näheren Verwandtschaft leichter oder höher. Aber diese Infektionsgefahr ist nicht exklusiv. Das sieht man z. B. an Salmonellen, die ursprünglich von Reptilien kommen. Das Robert Koch-Institut verzeichnet steigende Infektionszahlen bei Kleinkindern über die letzten Jahrzehnte. Es gab inzwischen mindestens vier Todesfälle in Europa und dutzende schwere Salmonellenerkrankungen bei Säuglingen und Kleinkindern unter 2 Jahren. Bis zu 90 Prozent der gehaltenen Reptilien können Träger und Ausscheider von Salmonellen sein – so zumindest auch das Robert Koch-Institut. Und man muss sagen, dass das oft empfohlene Händewaschen dabei nicht reicht, wenn die Halter ihre Tiere frei in der Wohnung krabbeln lassen und danach der Säugling auf dem gleichen Teppich rum-



krabbelt und sich so eben auch Salmonellen einfangen kann. Das sind Risiken, die vermeidbar sind. Da bräuchten wir einfach strengere Regeln.

Abg. **Steffi Lemke** (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN): Frau Professorin Sommer, Sie sind ja eingegangen auf den Zusammenhang zwischen Zoonose und Naturzerstörung. Das hatte auch Bundesumweltministerin Schulze getan. Nach einem Pressebericht hat ihr Bundeslandwirtschaftsministerin Klöckner diesbezüglich widersprochen und Passagen aus einem Bericht streichen lassen. Können Sie uns hier im Ausschuss vielleicht nochmal genauer erklären, wie die Reduktion der Artenvielfalt, das Verschwinden von Arten, die Zunahme von Generalisten und das Verschwinden des Verdünnungseffektes, also das, was sich im Genpool abspielt, das Risiko von Zoonosen steigert? Ich halte es für das Verständnis des Zusammenhangs zwischen Naturzerstörung und Zoonosen für sehr wichtig.

Prof. Dr. Simone Sommer (University of Ulm, *Institute of Evolutionary Ecology and Conservation Genomics*): Wenn Ökosysteme gestört werden, werden Artengemeinschaften gestört, weil es nicht ein Zufallsprozess ist, welche Arten dabei verschwinden. Wir haben dabei ganz grob zwei Gruppen von Arten zu unterscheiden: Einmal sensitive Arten, die also nicht anpassungsfähig sind, und anpassungsfähige Arten. Das sind die Generalisten.

Während die Spezialisten, die sensitiven Arten, normalerweise in ihrer Häufigkeit abnehmen und sich dabei ihre Populationsgröße verringert und sich der Genfluss fragmentiert bzw. verringert, kommt es häufig zu einem Verlust genetischer Diversität. Diese genetische Diversität ist besonders wichtig bei Immungenen, vor allem Genen aus dem MHC-Komplex beim Tier. Beim Menschen ist das HLA. Das ist das Gleiche – nur verschiedene Ausdrücke. Bei der Widerstandsfähigkeit von solchen spezialisierten Arten, also der Möglichkeit, kleine Bruchstücke von pathogenen Antigenen an die T-Zellen vom Immunsystem zu präsentieren und dann die Immunkaskade einzuleiten, spielt diese genetische Diversität eine essenzielle Rolle. Wir haben also bei diesen sensitiven Arten neben dem primären Punkt des Habitatverlusts das Risiko des Verlustes genetischer Vielfalt, der dann das Infektionsrisiko steigert.

Generalisten agieren anders. Generalisten sind diejenigen, die normalerweise die dadurch frei werdenden ökologischen Nischen besetzen können. In einem Ökosystem werden die ökologischen Nischen durch intra- und interspezifische Konkurrenz, also der Konkurrenz innerhalb und zwischen den Arten, definiert. Wenn viele ökologische Nischen frei werden, können dann entsprechende anpassungsfähige Arten auch in ihrer Häufigkeit zunehmen und natürlich auch ihre natürlich vorkommenden Pathogene. Dazu kommt, dass in solchen gestörten Gebieten auch invasive Arten von der sogenannten Matrix, also beispielsweise von Rinderweiden, urbanen Strukturen oder einfach nur völlig gerodeten Flächen, in die Waldgebiete eindringen können. Durch diese Verschiebungen verschieben sich auch die Kontaktwahrscheinlichkeiten. Und wenn ich das Ganze so grob zusammenfasse, haben wir hier verschiedene Prozesse am Laufen: Das Eindringen von invasiven Arten, die Verschiebung der Häufigkeiten von Generalisten, dadurch die erhöhte Kontaktwahrscheinlichkeit zwischen Nutztier und Wildtier. Das ist alles, was wir vielleicht grob unter dem Begriff Randeffekte zusammenfassen können. Man könnte das alles viel tiefer ausführen, aber lassen wir es mal grob bei dem Begriff Randeffekt.

Was wir aber dann auch sehen, ist, dass wir durch Verlust der Artenvielfalt auch diesen sogenannten Verdünnungseffekt verlieren. Denn diese ökologischen Nischen sind normalerweise sehr divers besetzt und deshalb ist der Abstand zwischen den einzelnen Arten entsprechend groß. Wenn wir jetzt die ganzen Spezialisten verloren haben und die Generalisten zunehmen, dann kommen die auch in einer viel höheren Dichte vor. Entsprechend, je nachdem, wie ein Pathogen übertragen wird – wenn es durch erhöhte Dichte übertragen wird, erhöht sich dabei natürlich auch die Wahrscheinlichkeit, dass diese Tiere eine höhere Infektionsrate aufweisen. Wenn wir uns das jetzt speziell bei Viren anschauen: Viren mutieren. Das ist ein ganz natürlicher Prozess. Aber bei einer hohen Dichte ist das aus der Sicht des Virus natürlich das perfekte Habitat: Viele Wirte ganz eng beieinander, hohe Mutationsrate. Dabei kann dann auch einfach durch Zufallsprozesse eine Mutation auftreten, sodass dann ein Virus auf eine andere Wirt-Art überspringen kann. Damit steigert sich, vor allem bei erhöhter Kontaktrate zwischen



Wildtier, Nutztier und Mensch, auch das Risiko für die Entstehung von Zoonosen.

Vorsitzende: Vielen Dank, Frau Prof. Sommer. Wir gehen damit in die zweite Fragerunde. Es beginnt erneut Abg. Dr. Schulze für die Unionsfraktion und er richtet seine Frage an Herrn Professor Conraths.

Abg. **Dr. Klaus-Peter Schulze** (CDU/CSU): Wir bzw. alle Kollegen haben ja jetzt, denke ich, einen recht breiten Überblick auf das Spektrum bekommen, das an Wissen vorhanden ist. Trotzdem meine Frage. Herr Professor Conraths: Wie schätzen Sie einen bezüglichen Forschungsbedarf ein – sind wir gut aufgestellt? Gibt es große Lücken? Müsste man mehr tun? Das wäre das eine.

Und die zweite Frage: Die schon genannten Wildtierbörsen, die ich also auch sehr kritisch sehe, unterliegen ja bestimmten rechtlichen Rahmenbedingungen. Ich hatte Gelegenheit, mir die in Hamm mehrmals anzuschauen und ich glaube nicht, dass der Vollzug so gesichert werden kann, dass das, was in den rechtlichen Rahmenbedingungen vorgegeben ist, dort auch konsequent umgesetzt wird. Wie sehen Sie den Vollzug in solchen Tierbörsen?

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Löffler-Institut): Was den Forschungsbedarf angeht, denke ich, ist aus der bisherigen Diskussion schon deutlich geworden, dass wir vieles wissen, aber an bestimmten Stellen, wo es um die Ökosysteme geht, nicht genug wissen, um gezielt Prävention vornehmen zu können. Selbst wenn es um die Frage geht, welche Tierarten denn überhaupt die Hauptrisiko-Spezies für eine Übertragung von potenziellen Zoonose-Erregern sind, gibt es im Moment eine sehr kontrovers geführte Diskussion. Ich habe vorhin in den Literaturziten bzw. in den Referenzen einer Kollegin so einen kleinen Blick werfen können auf das Zitat von „Jones et al. 2013“, eine Arbeit, die sehr häufig zitiert wird und von der gesagt wird, die Wildtiere seien im Fokus. Das ist ja jetzt auch in unserer Runde sehr häufig wiederholt worden: Es sind die durch Menschen verursachten Umweltveränderungen, die sozusagen dazu führen, dass Zoonosen entstehen und übertragen werden. Es ist die Intensivierung der Landwirtschaft, die dazu ihren Beitrag leistet. Also so einige Punkte aus dieser Arbeit von „Jones et al.

2013“. Im Moment gibt es aber eine sehr intensiv geführte Diskussion darüber, welche Viren denn tatsächlich hier eine Rolle spielen. Das zeigt also, dass diese Debatte noch nicht abgeschlossen ist und dass dort auch mehr geforscht werden muss. Da gibt es eine Arbeitsgruppe, die argumentiert, dass die Zahl der zoonotischen Viren bei Säugetieren mit der Anzahl der domestizierten Arten bzw. der Abundanz der Spezies assoziiert ist und dass das alles etwas mit der Anpassung an vom Menschen dominierte Landschaften zu tun hat. Das ist also nicht weit von der Arbeit, die ich vorhin genannt habe. Die Arbeitsgruppe sagt, dass dann aber bestimmte Arten, die domestizierten Arten, die Primaten und die Fledertiere, eine besondere Bedeutung haben, um Zoonosen-Erreger zu produzieren, dass es aber am Ende eben auf die Tier-Mensch-Interaktionen ankommt. Eine andere Arbeit – nebenbei gesagt aus dem gleichen Land, zwar in verschiedenen Zeitschriften publiziert, aber im gleichen Land entstanden – hat eine Analyse gemacht und kommt zu dem Schluss, dass der Anteil der zoonotischen Viren nur minimal über die taxonomischen Ordnungen variiert. Das heißt, je mehr Viren in einer Tierart bekannt sind, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Wissenschaft dann aber auch zoonotische Viren findet. Diese beiden Dinge müssen erst nochmal in Einklang gebracht werden. Da besteht also ganz sicher Forschungsbedarf.

Was die Wildtierbörsen angeht – das war ja Ihre zweite Frage Herr Dr. Schulze –, denke ich, dass das in der Tat ein großes Problem ist. Ich bin mir aber nicht sicher, ob man es alleine damit regeln kann, dass man solche Wildtierbörsen verbietet, sondern ich glaube, man muss dabei grundsätzlich vorgehen. Das erste, was wir brauchen, ist meiner Meinung nach eine Registrierung der Menschen, die überhaupt – ich nenne jetzt nochmal den Begriff – exotische Tiere halten. Wie der Begriff genau zu definieren ist, darüber müsste man in der Tat noch sprechen. Ich sage das auch vor dem Hintergrund der Bunthörnchen-Bornavirus-Infektionen, die ja schon mehrfach angesprochen wurden. Das Virus – das wurde auch schon erwähnt – ist hier am Friedrich-Löffler-Institut gefunden worden. Eine Doktorandin von mir ist im Moment dabei, einfach mal herauszufinden, welche Menschen in den letzten Jahren in Deutschland die empfänglichen Tiere, also diese Bunthörnchen, gehalten haben. Denn es gibt kein



Register dafür. Also eine Sache, die man aus meiner Sicht auf jeden Fall ins Auge fassen müsste, ist, zu registrieren, welche Menschen überhaupt solche Tiere halten, nicht nur, damit man im Falle des Ausbruchs einer Zoonose dann herausfinden kann, wo sich das überall aufgehalten hat. Ich glaube, es gäbe noch eine Reihe von weiteren Effekten, positiven Effekten, die erzielt werden könnten, wenn man das registriert. Und wie die Tiere dann am Ende gehandelt und verbracht werden, das ist noch eine weitere Frage. Dabei muss sicher genau abgewogen werden, wie weit man dabei geht und ob man so weit gehen kann, dass man grundsätzlich den Handel mit solchen Tieren oder jedenfalls die Einfuhr solcher Tiere nach Deutschland verbietet. Das ist sicher ein Punkt, den man diskutieren kann. Aber insgesamt müsste dabei eine weltweite Aktivität starten – oder man kann bzw. muss halt irgendwo anfangen, sodass eben bei uns begonnen werden könnte –, um nach dem Schneeball-Prinzip ein Mehr zu erreichen.

Abg. **Carsten Träger** (SPD): Es ist jetzt schon einiges sehr klar geworden – wie komplex und vielschichtig die ganze Debatte rund um die Zoonosen ist. Einige Zusammenhänge sind klar herausgearbeitet. Neben all dem Regelungsbedarf, den es auf nationaler Ebene rund um den Wildtierhandel gibt – ich sage einfach mal: Da haben wir mit Blick auf die Hygiene sicherlich schon einiges erreicht. Mit Blick auf den Tierschutz ist es dann sicherlich wieder anders zu sehen. Aber ich möchte meine Frage jetzt auf die internationale Dimension lenken. Auch da ist in der Vergangenheit schon einiges passiert. Da wollte ich mal die Gelegenheit nutzen, die Bundesregierung bzw. Sie zu fragen, Frau Schwarzelühr-Sutter: Was ist in Ihren Augen in den letzten Jahren da erfolgreich unternommen worden? Was sind vor allem die Maßnahmen, die Sie mit Blick auf die Diskussion jetzt vorhaben? Wo können Sie sich auch noch Unterstützung des Parlaments vorstellen, damit wir auch konkret weiterkommen, um Verbesserungen zu erzielen? Bundesministerin Schulze hat die Diskussion ja dankenswerterweise auf das Tapet gebracht, aber ich glaube, wir sind in der Verantwortung, dass wir jetzt auch Schritte folgen lassen.

PStS **Rita Schwarzelühr-Sutter** (BMU): Ich will einfach nochmal klarstellen, dass wir als Bundesumweltministerium natürlich für den Artenschutz

zuständig sind, aber nicht veterinär-medizinische Folgerungen oder Entscheidungen treffen können. Das liegt nicht in unserem Zuständigkeitsbereich. Was haben wir bisher getan? Wir haben uns über die *German Mission* bei der UN auch maßgeblich bei der Resolution für illegalen Wildtierhandel eingesetzt, die auch im Jahr 2015, meine ich, verabschiedet wurde. Wir können uns – und halten das eigentlich für einen richtigen Ansatz, dass wir uns für ein Verbot von Wildtiermärkten auf internationaler Ebene einsetzen, sprich auch auf UN-Ebene.

Ich will das durchaus auch nochmal aufnehmen, was Frau Professorin Eckerle vorhin gesagt hat. Wir haben die indigenen Völker. Da ist dann nochmal die Frage, wie man da eine Ausnahme macht. Da ist es nicht die Masse oder es ist dann auch lokal begrenzt. Vor allem wollen wir auch, dass illegaler Wildtierhandel kriminalisiert bzw. mehr kriminalisiert wird, sodass wir das auch strafverfolgen, d. h. organisierte Kriminalität über die Grenzen auch bei der UN thematisieren und möglichst auch ein Verhandlungsmandat erhalten. Denn das hat nochmal eine andere Dimension, diese organisierte grenzüberschreitende Kriminalität. Das ist ja auch durchaus verbunden mit Terrorismus und anderem. Es dient zur Geldbeschaffung und insofern, weil es ja auch ein globales Problem ist – wir haben das ja auch mehrfach bei den Experten jetzt gehört –, wollen wir zudem mit dem, was wir schon immer auch thematisiert haben, wie auf europäischer Ebene den *Lacey Act*, wo wir aber nicht die Unterstützung auf europäischer Ebene erhalten haben, auf internationaler Ebene, sprich auf UN-Ebene, vorstellig werden.

Abg. **Andreas Bleck** (AfD): Herr Professor van der Poel, wir haben jetzt sehr viel über Zoonosen in Bezug auf Wildtiere und exotische Tiere gehört. Ich möchte vielleicht mal den Fokus auch ein Stück weit auf die Nutztiere legen. Da würde mich interessieren, inwieweit es hier in Bezug auf Nutztiere Unterschiede im zoonotischen Potenzial zwischen der konventionellen und der ökologischen Landwirtschaft gibt. Das wäre die erste Frage.

Und die zweite Frage wäre: Als Vertreter des *One-Health*-Ansatzes würde mich bei Ihnen noch interessieren, ob Sie den Eindruck haben, dass die verschiedenen Disziplinen, ob das jetzt das Veteri-



närwesen, die Humanmedizin oder die Umweltwissenschaften sind, sich auch in der Wahrnehmung nach außen, im Bedenken durch die Politik usw. ein Stück weit gleichberechtigt auf Augenhöhe befinden? Wo sehen Sie die großen Herausforderungen im *One-Health*-Ansatz?

Prof. Dr. Wim van der Poel (*Wageningen Bioveterinary Research* (Niederlande)): Um zur ersten Antwort zu kommen – meines Erachtens kann man eigentlich nicht sagen, dass beispielsweise große landwirtschaftliche Betriebe ein anderes Zoonoserisiko als Kleinbauern tragen. Überall dort, wo Tiere gehalten werden, besteht ein Zoonoserisiko, und natürlich wirkt sich die Art der Betriebsführung auf ein solches Zoonoserisiko aus. Wird beispielsweise Geflügel im Freien gehalten, sind die Einflüsse der Tierwelt größer, so dass ein gewisses Risiko der Einschleppung von Zoonoseviren besteht. Es gibt auch andere Beispiele: Hält man eine große Anzahl von Tieren, ist dieses Risiko der Einschleppung von Zoonosen größer, aber im Allgemeinen zirkulieren überall in der Tierhaltung Zoonoseerreger, also muss man auch von einem Zoonoserisiko ausgehen. Wichtiger ist wohl, wie man die Produktionskette bei tierischen Erzeugnissen kontrolliert oder steuert. Daher ist es bei der Zoonose-Bekämpfung sehr wichtig, wie man die gesamte Produktionskette bei tierischen Erzeugnissen kontrolliert, was man tun kann, um Zoonoseerreger von diesen Produkten fernzuhalten.

Um zur zweiten Frage zu kommen – und das bezieht sich auch auf die Antwort auf die erste Frage –, halte ich es für sehr wichtig, dass sowohl Tier- und Humanmedizin als auch die Umweltforschungsdisziplinen bei der Zoonose-Bekämpfung zusammenarbeiten. Es gibt eine enge Beziehung zwischen diesen verschiedenen Disziplinen im Hinblick auf Zoonoserisiko und Zoonosebekämpfung. Deshalb ist es in der Forschung sehr wichtig, dass die verschiedenen gesundheitsbezogenen Disziplinen bei der Zoonosebekämpfung heute und in Zukunft kooperieren.

Abg. Judith Skudelny (FDP): Ich möchte meine Fragen wie folgt einteilen: Zwei Fragen an Frau Professorin Eckerle und danach noch, wenn Zeit ist, eine Frage an Herrn Professor Conraths.

Frau Professorin Eckerle: Meine Frage betrifft die Früherkennung von potenziellen Zoonosen und

welche Möglichkeiten es gibt, darauf frühzeitig zu reagieren? Wir haben eben gehört, dass es eine Übertragung von den Bunthörnchen gab, d. h., wir kennen ja schon recht viele Tierkrankheiten. Gibt es die Möglichkeit, hier schon frühzeitig zu erkennen, ob eine Krankheit zoonotisches Potenzial hat, um schnell zu reagieren oder ist es tatsächlich so, dass wir immer erst abwarten müssen, bis irgendein Mensch infiziert wird?

Meine zweite Frage betrifft etwas, was Herr Professor Conraths in einem Nebensatz angesprochen hat. Darüber haben wir noch gar nicht gesprochen. Gibt es eine Rolle der Haustiere? Spielen die eine Rolle oder leben die so eng mit dem Menschen zusammen, dass im Prinzip kein Blatt dazwischen passt? Gibt es also eine gesonderte Rolle von Haustieren?

Und noch eine Frage an Herrn Professor Conraths: Wenn ich ein exotisches seltenes Tier besitze und dieses krank wird, gehe ich zum Tierarzt. Also ist doch der Tierarzt die Stelle, an der Krankheiten zuerst gesehen werden, gerade bei importierten Tieren. Gibt es in der Ausbildung von Tierärzten überhaupt das Thema Zoonosen? Spielt das hier eine Rolle und wäre es sinnvoll, hier etwas zu unternehmen, um im Sinne einer Früherkennung eine gewisse Aufmerksamkeit auf dieses Thema zu lenken?

Prof. Dr. med. Isabella Eckerle (*Centre for emerging viral diseases*, Universitätsklinik der Universität Genf): Also zu der Früherkennung – ich hatte schon in meinem Statement versucht, dieses Thema anzureißen. Das Problem ist, dass diese Forschung an zoonotischen Viren mit Blick auf Wildtiere ein ganz junges Forschungsfeld ist. Das gibt es vielleicht seit 15 Jahren. Als ich vor zehn Jahren angefangen habe, war das noch ein exotisches Gebiet. Heute arbeiten sehr viele Gruppen daran. Das Problem ist, dass wir diese ganze „Wolke“ an Viren, die wir plötzlich in Wildtieren entdecken, noch gar nicht einordnen können. Also wir fangen plötzlich an, neue Virus-Familien zu beschreiben. Wir fangen plötzlich an, die Stammbäume, die wir haben, mit Virusarten zu füllen, die wir vorher noch nie gesehen haben, nur weil wir plötzlich anfangen, danach zu schauen.

Zu der Frage, welche Bedeutung diese Erreger für den Menschen haben: Da fehlen uns noch die



Werkzeuge. Wir haben ganz viele Methoden, diese Viren zu sequenzieren, d. h. wir können das Erbgut von diesen Erregern ablesen. Aber was das jetzt konkret bedeutet, wenn da ein Erreger ist, der z. B. theoretisch eine Sequenz hat, die eine menschliche Zelle benutzen kann, und ob der Erreger das wirklich kann, das wissen wir gar nicht. Das müssen wir eigentlich erst in Laborexperimenten herausfinden. Insofern muss ich sagen, dass eine solche Früherkennung, vor allem über so eine breite Gruppe von Tierarten, eigentlich gar nicht möglich ist. Denn wir wissen gar nicht, wonach wir suchen sollen. Also im Moment ist es so, dass wir erst noch in einem Stadium sind, in dem wir vornehmlich beschreiben. Welche Sequenzen bzw. Viren darunter reine Tierpathogene sind, die für uns Menschen nie eine Rolle spielen werden, und welche Viren unter diesen hunderttausenden neuen Viren eventuell ein zoonotisches Potenzial haben – auf diese Fragen haben wir eigentlich noch gar keine Antworten und uns fehlen die Werkzeuge, dies zu klären.

Das zweite Thema ist die Reaktionsfähigkeit – um nochmal auf das Beispiel von SARS-CoV-2 zurückzukommen. Wir haben dieses Virus praktisch in Echtzeit detektiert. Wir wissen seit zehn Jahren oder noch länger, dass diese Fledermäuse diese Corona-Viren tragen, aus denen auch das erste SARS-Virus gekommen ist. Es gibt Publikationen aus 2013 und 2015, die sagen: Die nächste Pandemie wird ein SARS-ähnliches Corona-Virus aus Hufeisenfledermäusen sein und wird in China ausbrechen. Also einerseits haben wir das Wissen, aber die Frage ist: Was machen wir mit diesem Wissen? Das andere ist: Auch wenn wir diese Erreger sehr früh detektieren, bringt es uns eigentlich nichts. Denn in dem Moment, wo der Erreger übergesprungen ist, sind wir einfach zu spät. Das haben wir jetzt ja gesehen. Wir haben dieses Virus, wir haben die ersten Fälle wahrscheinlich in den ersten Wochen in Wuhan detektiert, aber es ist einfach zu spät. Deswegen stellt sich für mich nicht die Frage nach der Früherkennung, sondern nach der Prävention. Ich glaube, das ist die einzige Möglichkeit, die wir hier haben.

Um noch auf Ihre Frage mit dem Tierarzt einzugehen: Da diese Erreger überhaupt nicht beschrieben

und definiert sind und es überhaupt keine Nachweismethoden für sie gibt, kann der Tierarzt sie auch nicht erkennen. Wenn ich dem Tierarzt eine kranke Fledermaus oder einen kranken Flughund aus Afrika bringe, weiß er gar nicht, wonach er suchen soll. Denn diese Krankheitserreger sind überhaupt nicht definiert und es gibt überhaupt keine Nachweismethoden dafür.

Noch ein paar Worte zur Rolle der Haustiere: Ich denke, für Haustiere sind die meisten Erkrankungen schon relativ gut beschrieben. Wir wissen eigentlich sehr gut, welche Erkrankungen Hunde, Katzen und Hamster etc. bekommen können. Aber auch dort gibt es Zoonosen, die von Haustieren übertragen werden. Ich glaube, dass das oft gar nicht so bekannt ist. Aber es gibt viele Zoonosen, die in vielen Haustieren vorkommen, die für Schwangere, für Immunsupprimierte und für kleine Kinder eine Rolle spielen, die keine so große Aufmerksamkeit erregen. Ich glaube, die Rolle der Haustiere ist wichtig, wenn wir uns neuartige Zoonosen angucken. Wenn zum Beispiel jemand Hunde und Katzen und zugleich exotische Haustiere hält, dann könnte ich mir vorstellen, dass auch ein Hund oder eine Katze unter Umständen infiziert werden kann. Da gibt es noch einen anderen bzw. besonderen Aspekt, z. B. bei Nerzen: Wenn wir ein neues humanpathogenes Virus haben, das gleichzeitig auch Tiere infizieren kann, dann ist es für uns ungleich schwerer, dieses Virus zu kontrollieren, weil wir dann nämlich nicht mehr nur den Menschen, sondern auch die Tiere impfen müssen. Oder aber wir müssen diese Tiere eliminieren. Insofern ist es für einen *Public Health*-Ansatz auch ein ganz großes Problem, wenn ein Erreger nicht nur den Menschen, sondern auch noch weitere Tiere infizieren kann.

Vorsitzende: Danke, die fünf Minuten sind mehr als erfüllt. Insofern haben wir leider keine Zeit mehr für Herrn Professor Conraths, aber Frau Professorin Eckerle hat die Frage ja auch beantwortet. Wir gehen mal davon aus, dass die Meinung von Herrn Professor Conraths keine andere gewesen wäre. Jetzt geht damit das Fragerecht an die Fraktion DIE LINKE. Herr Lenkert hat eine Frage an Frau Dr. Altherr.

Abg. **Ralph Lenkert** (DIE LINKE.): Meine nächste Frage dreht sich darum, ob die Bundesregierung nicht deutlich mehr für den Erhalt der globalen



Artenvielfalt unternehmen kann? Und dann eine weitere Frage: Kennen Sie Untersuchungen zum Übergang von Humanerregern auf Tiere? Und wie bewerten Sie die Gefahr, dass diese bei einer Rückübertragung auf den Menschen eine andere Gefährlichkeitsstufe haben?

Dr. Sandra Altherr (Pro Wildlife e. V.): Zur zweiten Frage muss ich sagen, dass wir auf diesem Gebiet keine Experten sind. Vielleicht kann man die Expertise in dieser Runde nutzen, ob Fälle zur Rückübertragung von Menschen auf Tiere bekannt sind.

Zum ersten Teil der Frage antworte ich sehr gerne. Also: Man kann von hier aus den Erhalt von Ökosystemen in anderen Ländern auf verschiedene Weise unterstützen. Der einfachste oder am nächsten liegende Ansatz ist natürlich, finanzielle Hilfe zu leisten und die Entwicklungshilfe entsprechend zu steuern – gerade in Biodiversitätshotspots. Aber man kann das natürlich auch im Rahmen von Handelsabkommen oder im Rahmen von internationalen Absprachen machen. Bei Handelsabkommen ganz generell muss einfach die nachgewiesene und tatsächliche Nachhaltigkeit das Mantra von Verhandlungen sein. Wir, als NGO mit Sitz in Deutschland, verweisen in diesem Zusammenhang immer wieder gerne auf unsere Verantwortung hier. Es bräuchte aus unserer Sicht mehr Aufklärungskampagnen, inwieweit unser aller Konsumverhalten hier direkt oder indirekt zur Zerstörung von fernen Lebensräumen beiträgt. Diesbezüglich können wir uns z. B. eine Öffentlichkeitskampagne des Bundeslandwirtschaftsministeriums dazu vorstellen, inwieweit z. B. die hiesige Billigproduktion von Fleisch auf Futtermittel angewiesen ist, das aus Lateinamerika importiert wird und für deren Produktion intakte Ökosysteme zerstört werden. Das ist nur eines von vielen Beispielen.

Vielleicht ist mir noch ein Nachtrag zur Antwort von Herrn Professor Conraths erlaubt: Wir können nur unterstützen, dass ein Register der Privathalter exotischer Haustiere eingerichtet wird. Die Importe lebender Wildtiere sind eine komplette *Blackbox*. In diesem Zusammenhang unterstützen wir seine Empfehlung, dass die Importe lebender Wildtiere gestoppt werden sollten. Beispielsweise hat das EU-Wildvogelimportverbot eigentlich nur Vorteile erbracht. Es hat das Einfangen von Millionen Wildvögeln verhindert. Das ist ein ganz klarer

Punkt für den Artenschutz. Es hat das Risiko invasiver Vogelarten hier in der EU maßgeblich verringert und somit zum Schutz des hiesigen Naturschutzes beigetragen. Zudem hat es hiesige Vogelzüchter aufgewertet, deren Nachzuchten jetzt preislich mithalten können, während sie früher mit den billigen Wildfängen nicht konkurrenzfähig waren. Es gibt also durchaus auch ökonomische Anreize, den Markt entsprechend zu stoppen bzw. hin zu Nachzuchten umzulenken.

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Löffler-Institut): Ich danke für die Gelegenheit, auf die vorherige Frage einzugehen.

Hinsichtlich der Haustiere würde ich unterscheiden zwischen landwirtschaftlichen Nutztieren und Haustieren. Die landwirtschaftlichen Nutztiere werden sehr gut überwacht. Dort gibt es große Erfolge bei der Eradikation von Zoonosen. Das ist vielleicht in der Zwischenzeit ein wenig zur Selbstverständlichkeit geworden, aber unsere landwirtschaftlichen Nutztiere haben seit langer Zeit keine Brucellose und auch keine Rindertuberkulose mehr. Und auch bei den Haustieren haben wir ja sogar den Umweg über die Wildtiere gemacht, indem wir beim Fuchs die Tollwut ausgerottet haben. Deswegen können sich auch unsere Hunde und Katzen inzwischen nicht mehr damit anstecken.

Was die tierärztliche Ausbildung in Bezug auf Zoonosen anbelangt, denke ich, dass das einen sehr großen Anteil der Ausbildung ausmacht. Kleiner Seitenhieb auf die Humanmedizin: Vielleicht spielt dieses Thema eine sehr viel größere Rolle bei den Tierärzten als in der Humanmedizin, weil es sich dort sowohl auf die lebenden Tiere als auch auf die Fleisch- und Lebensmittelhygiene erstreckt.

Abg. Steffi Lemke (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN): Ich würde gerne mit Frau Prof. Eckerle anfangen. Können Sie uns eine Vorstellung davon geben, warum bei der Vogelgrippe, die ja eine deutlich geringere Mortalitätsrate als das Corona-Virus beim Menschen hinterlassen hat, eine so drastische Maßnahme wie das Totalimportverbot für Wildvögel verhängt wurde, während nach meinem Wissensstand derzeit keine europäische Regierung bisher über ein vergleichbares Importverbot für Wildtiere redet oder dieses plant? Das ist



meine erste Frage, warum das so auseinanderklafft.

Und die zweite Frage an Frau Professorin Sommer: Es ist jetzt viel über die Fledermäuse als Ursprungsherd geredet worden und über die Zwischenwirte. Können Sie uns nochmal sagen, was die wichtigsten Maßnahmen für die Prävention wären? Frau Professorin Eckerle hatte ja auch ausgeführt, dass sobald das beim Menschen aufgetreten ist, wir eigentlich zu spät dran sind und wir deshalb die Prävention ins Zentrum unserer Bemühung stellen müssten.

Prof. Dr. med. Isabella Eckerle (*Centre for emerging viral diseases, Universitätsklinik der Universität Genf*): Ich muss dazu sagen, dass ich kein Experte für Vogelgrippe bin, aber ich glaube, dass ich den Kern Ihrer Frage beantworten kann. Die Vogelgrippe befindet sich in einem Stadium, in dem die Übergänge immer noch von erkrankten Tieren auf den Mensch stattfinden und es dann eventuell noch kleine Weiterübertragungen gibt. Das ist ein Virus, das die effiziente Mensch-zu-Mensch-Übertragung noch nicht geschafft hat. Das hat eben mit der Besonderheit der Influenza-Viren zu tun und damit, dass dieses Vogelgrippe-Virus vor allem in die tiefen Teile der Lunge eindringen kann, aber nicht in die oberen Atemwege. Deswegen findet die Übertragung in der Regel von erkrankten Tieren auf Menschen statt, die sehr engen Kontakt zu diesen Tieren hatten. Aber es findet keine Übertragung von Mensch zu Mensch statt wie jetzt z. B. beim SARS-Corona-Virus-2.

Wovor man Angst hat, ist, dass sich die Vogelgrippe mit einem Humanpathogen oder einem Influenza-Virus aus Schweinen rekombiniert, Eigenschaften austauscht und dadurch dann übertragen werden kann wie ein normales Influenza-Virus – aber mit einer sehr viel höheren Mortalität. Das ist vielleicht der Hintergrund bei der Vogelgrippe.

Und zu dem SARS-Corona-Virus-2 muss man sagen, dass das ja eigentlich kein zoonotisches Virus mehr ist. Das Virus hat lediglich einen zoonotischen Ursprung. Aber das ist jetzt ein humanes Virus. Es ist natürlich extrem wichtig, dass wir die Quelle finden und eliminieren. Aber ich glaube, dass wir jetzt über die Prävention der nächsten Zoonose sprechen müssen, denn beim SARS-Corona-Virus-2 haben wir den Kampf

bekanntermaßen verloren. Das ist ein humanes Virus. Das wird in der Menschheit bleiben und wird nicht mehr verschwinden. Das wird auch nicht verschwinden, wenn wir morgen den Wildtierhandel komplett eindämmen. Ich glaube, das muss man nochmal betrachten. Es gibt eben Viren, die sind gerade dabei, ein humanes Virus zu werden. Dazu könnte die Vogelgrippe gehören, die es noch nicht geschafft hat. Und es gibt Viren, die waren mal zoonotisch und sind jetzt humanpathogene Viren. Dazu würde ich das SARS-Corona-Virus-2 zählen. Das Wichtige ist, dass wir dafür sorgen, dass wir nicht noch ein SARS-Corona-Virus-3 bekommen.

Prof. Dr. Simone Sommer (University of Ulm, *Institute of Evolutionary Ecology and Conservation Genomics*): Gut, dann möchte ich die verbleibende Zeit ganz kurz nutzen, um erstmal noch eine Lanze für die Fledermäuse zu brechen. Wir haben jetzt oft gehört, Fledermäuse seien die Verursacher von vielen Zoonosen. Das stimmt. Aber man muss auch bedenken, dass das eine sehr, sehr große Tiergruppe ist, nämlich die zweitgrößte Tiergruppe unter Säugetieren, neben den Nagern. Wenn wir eine riesige Tiergruppe haben, gibt es darunter natürlich auch Individuen, die nun mal ein Erregerreservoir sind. Fledermäuse haben extrem wichtige Ökosystem-Funktionen. Sie sind essentiell und es besteht kein Risiko für die menschliche Bevölkerung. Wenn Sie Glück haben und abends beim Spaziergang entlang der Donau eine Fledermaus fliegen sehen, dann besteht kein Risiko, dass sie sich anstecken können. Also einmal vorab: Fledermäuse stellen nur dann potenzielle Risikofaktoren dar, wenn sie wirklich unnatürlich gehalten werden.

Um auf Ihre Frage zur Prävention einzugehen: Wir haben ja bei den Fledermäusen zum einen die Kleinfledermäuse – da gehört auch die Hufeisennase dazu – und zum anderen aber auch die Flughunde. Gerade die Flughunde sind diejenigen, die auf Tiermärkten in sehr großen Mengen für den menschlichen Konsum gehalten werden. Sie werden vor Ort geschlachtet, oft werden die Flügel bzw. die Flughäute mit Drähten zusammengebunden. Da spielen auch Tierschutz-Gedanken eine massive Rolle. Also Prävention bedeutet letztendlich, dass man die Menschen auf den lokalen Märkten aufklärt, dass der Verzehr von frisch geschlachteten Fledermäusen und Flughunden eine



Gefahr mit sich bringt. Für die Prävention ist in diesem Zusammenhang schlichtweg der Verzehr das Wichtigste.

Und nochmal, ganz wichtig: Von natürlich vorkommenden Fledermäusen geht kein Risiko aus. Das ist wichtig zu betonen. Derzeit gibt es immer mehr Meldungen, wonach in China natürliche Fledermausbestände umgebracht werden. Das hilft aber nichts. Die Fledermäuse regulieren z. B. auch die Insekten. Man verursacht also große ökosystemische Probleme, wenn man jetzt anfängt, die Fledermäuse zu bekämpfen. Das ist nochmal ein wichtiges Statement von mir.

Vorsitzende: Wenn jetzt nicht mehr bei allen Fraktionen Fragebedarf besteht, könnten wir noch eine verkürzte Fragerunde machen. Wer hätte denn noch Fragebedarf? Ich brauche jetzt Meldungen. Gut, also noch zwei Fragen, das geht. Dann fängt Herr Bleck an und dann Frau Lemke.

Abg. **Andreas Bleck** (AfD): Und zwar nochmal die Frage, weil das jetzt aufgekommen ist: Herr Professor van der Poel, lässt sich in irgendeiner Art und Weise quantifizieren, welchen Anteil Heimtiere, Nutztiere oder eben auch Wildtiere an Zoonosen haben? Mich würde interessieren, ob sich das quantifizieren lässt.

Prof. Dr. Wim van der Poel (*Wageningen Bioveterinary Research* (Niederlande)): Es gibt wohl einige Schätzungen des attributiven Faktors der verschiedenen Tierarten, aber ich kenne die Zahlen nicht auswendig. Im Allgemeinen ist das Risiko bei Tieren, die für die Lebensmittelproduktion gehalten werden, für uns höher, weil sie uns Lebensmittel liefern und wir mehr Kontakt mit diesen Tieren haben, sodass auch das Risiko höher ist, sich durch diese zur Lebensmittelerzeugung genutzten Tiere zu infizieren. Andererseits gibt es mehr Kontrollen für nahrungsliefernde Tiere, sodass wir viele Zoonosen recht gut beherrschen. Bei gefütterten Tieren mag es vielleicht neue, noch nicht entdeckte oder unbekannte Zoonosen geben, die mit unterschiedlichen Risiken behaftet sein können, aber ich könnte nicht beziffern, welche davon mit gehandelten und gefütterten Tieren im Vergleich zu nahrungsliefernden Tieren verbunden sind.

Abg. **Steffi Lemke** (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN): Herr Professor Conraths, ich würde gerne das Geschehen besser verstehen. Können Sie uns eine

Vorstellung davon geben, wenn der Marderhund der Zwischenwirt gewesen sein sollte – es ist ja nur eine These –, wie dann der Übertragungsweg auf den Menschen ausgesehen hat, beispielsweise durch Aerosole? Oder gibt es andere potentielle Übertragungswege vom Marderhund auf den Menschen?

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Löffler-Institut): Also, ich denke, das kann man so ganz eindeutig nicht beantworten. Klar ist, dass Marderhunde auf solchen Lebendtiermärkten, wie wir sie in Ostasien haben, gehandelt werden. Bei uns würde wahrscheinlich niemand auf die Idee kommen, Marderhundfleisch zu essen. Aber ich habe mir sagen lassen, dass das in China der Fall ist, sodass es durchaus möglich ist, dass das von diesen Tieren über ein Aerosol übertragen worden ist.

Abg. **Steffi Lemke** (BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN): Sind Sie wirklich der Annahme, dass es dann über die Nahrungsaufnahme passiert ist, weil wir ja zumindest bei Mensch-zu-Mensch-Übertragungen primär über die Luft ausgehen? Und mich stört dieser Diskurs mit der Esserei in diesem Zusammenhang, solange wir nicht die These verfolgen, dass das Virus über die Nahrung aufgenommen worden ist.

Prof. Dr. Franz J. Conraths (Friedrich-Löffler-Institut): Also bei dem Corona-Virus würde ich erstmal nicht annehmen, dass das mit einer oralen Aufnahme funktioniert. Dazu müsste man das Fleisch ja auch roh essen. Ich meine, wir bewegen uns in einem sehr spekulativen Raum. Wir wissen noch nicht mal – zumindest beim SARS-Corona-Virus-2 –, ob der Marderhund tatsächlich irgendetwas mit der Übertragung zu tun haben könnte. Von daher denke ich, dass es durchaus möglich ist, dass solche Viren als Aerosole auf Lebendtiermärkten übertragen werden. Ich glaube, dass man ausgehend von den Beispielen, die wir jetzt zwar nicht von SARS-Corona kennen, aber von Influenza-Virus-Infektionen oder der Vogelgrippe, dass man davon ausgehen muss, dass diese über Aerosole oder vielleicht sogar über Kot übertragen werden und nicht notwendigerweise über die geschlachteten Tiere.

Vorsitzende: Damit ganz herzlichen Dank an unsere Sachverständigen, die für uns den Nebel



stellenweise etwas gelichtet haben, in dem wir alle zurzeit stochern. Vielen Dank für Ihre Zeit und Ihre Expertise. Vielen Dank auch der Technik, dass das gelungen ist. Vielen Dank den Dolmetschern und natürlich Ihnen, liebe Kolleginnen und Kollegen, für die Fragen. Ich nehme an,

wir sehen uns alle gleich bei der Befragung der Bundeskanzlerin. Vielen Dank für heute.

Schluss der Sitzung: 12:54 Uhr

Sylvia Kotting-Uhl, MdB
Vorsitzende



Die vorliegende Stellungnahme gibt nicht die Auffassung des Ausschusses wieder, sondern liegt in der fachlichen Verantwortung des/der Sachverständigen. Die Sachverständigen für Anhörungen/Fachgespräche des Ausschusses werden von den Fraktionen entsprechend dem Stärkeverhältnis benannt.

Der Vizepräsident

Institut für Epidemiologie

Leiter: Prof. Dr. Franz J. Conraths

Telefon: 038351-71522

Fax: 038351-72526

E-Mail: franz.conraths@fli.de

Internet-öffentliches Fachgespräch „Zoonosen - Ursache, Verbreitung, Vorbeugung“ 13.05.2020, 11.00 - 13.00 Uhr

11.05.2020

Stellungnahme

Zoonosen sind Krankheiten und Infektionen, die auf natürliche Weise zwischen Menschen und anderen Wirbeltieren übertragen werden (WHO 1959). Erreger von Zoonosen sind Bakterien, Parasiten, Pilze, Prionen und Viren.

Nach Angaben der Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE) sind 60% der bekannten menschlichen Infektionskrankheiten zoonotischen Ursprungs. Mindestens 75% der beim Menschen neu auftretenden Infektionskrankheiten haben einen tierischen Ursprung. Von durchschnittlich fünf pro Jahr neu auftretenden Infektionskrankheiten des Menschen sind im Mittel drei tierischen Ursprungs. 80% aller bekannten Stoffe mit bioterroristischem Potential sind zoonotische Erreger. Auf die 13 wichtigsten Zoonosen entfielen 2,2 Millionen Todesfälle und 2,4 Milliarden Erkrankungen (Grace et al., 2012; WHO).

Für die Entstehung von neuen Zoonosen sind drei Aspekte von besonderer Bedeutung:

1. Wechselwirkung von Wildtieren, Nutztieren und Mensch („wildlife-livestock-human interface“, Jones et al., 2013)
Ein Beispiel für Orte, an denen der Übergang von Krankheitserregern von Tieren auf den Menschen durch menschliches Handeln erleichtert oder ermöglicht wird, sind Lebendtiermärkte. Vermutlich ist SARS-CoV-2 auf einem solchen Lebendtiermarkt auf den Menschen übertragen worden. Aber auch andere „Schnittstellen“ kommen in Betracht, so der Kontakt beim Jagen oder Fangen von Wildtieren, z.B. in West- und Zentralafrika. Auch in Europa ist der plötzliche Übergang von Krankheitserregern von Tieren auf den Menschen möglich.
2. Hohe Bevölkerungsdichte
Eine hohe menschliche Bevölkerungsdichte kann einen Selektionsdruck für solche Zoonoserreger aufbauen, die sich leichter von Mensch zu Mensch übertragen lassen. Dies scheint bei SARS-CoV-2 in der Provinz Wuhan, China, geschehen zu sein.
3. Globale Mobilität
Durch die globale Mobilität können Menschen nahezu jeden Punkt auf der Erde in der Inkubationszeit vieler Erreger erreichen und sie so zunächst unbemerkt verschleppen.

Der weltweite Handel, auch mit Tieren, kann dieses Problem verschärfen, wenn potenziell infizierte Tiere verbracht werden. Die bestehenden internationalen Regularien zum Handel mit Tieren und Erzeugnissen, die von Tieren stammen, zielen darauf ab, die Verschleppung von Tierseuchenerregern und Zoonosen zu verhindern. Allerdings können sie den illegalen Handel nicht erfassen.

Eine Lösung kann im ONE HEALTH-Ansatz gesehen werden, der die enge Verknüpfung der Gesundheit von Mensch Tier und Umwelt betont. Demnach ist ONE HEALTH "die Zusammenarbeit mehrerer Disziplinen, die auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zusammenarbeiten, um eine optimale Gesundheit für Menschen, Tiere und unsere Umwelt zu erreichen" (One Health Initiative Task Force, 2008).

Prof. Dr. Franz J. Conraths



Zoonosen - Ursache, Verbreitung, Vorbeugung

Statement

Prof. Dr. Franz J. Conraths



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Ursache

Zoonosen: Krankheiten und Infektionen, die auf natürliche Weise **zwischen Menschen und anderen Wirbeltieren** übertragen werden (WHO 1959).

von **Tieren** auf **Menschen** (Zooanthroponosen)

von **Menschen** auf **Tiere** (Anthropozoonosen)

Erreger:

- Bakterien:** Brucellose, EHEC, Rindertuberkulose, Rotz, Q-Fieber, Salmonellen, AB-resistente Keime ...
- Parasiten:** Echinokokkose, Leishmaniose, Toxoplasmose, Trichinose ...
- Pilze:** Hautpilzerkrankungen: Mikrosporie, Trichophytie
- Prionen:** vCJD („Rinderwahnsinn“, BSE)
- Viren:** Aviäre Influenza, Borna, COVID-19, Ebola, FSME, Hantaviren, HIV, SARS, MERS, Tollwut, Westnilvirus, ...



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Bedeutung von Zoonosen



60%

der bekannten menschlichen Infektionskrankheiten sind zoonotischen Ursprungs.



mindestens
75%

neu auftretender Infektionskrankheiten des Menschen haben einen tierischen Ursprung.



5

neue menschliche Krankheiten treten jedes Jahr auf. **Drei** davon sind tierischen Ursprungs.



80%

aller Stoffe mit bioterroristischem Potential sind zoonotische Erreger.

Disease	Wildlife interface	Deaths human annual	Affected humans annual
Gastrointestinal (zoonotic)	Important	1,500,000	2,333,000,000
Leptospirosis	Very important	123,000	1,700,000
Cysticercosis	Some importance	50,000	50,000,000
Tuberculosis (zoonotic)	Some importance	100,000	554,500
Rabies	Important	70,000	70,000
Leishmaniasis	Important	47,000	2,000,000
Brucellosis	Some importance	25,000	500,000
Echinococcosis	Important	18,000	300,000
Toxoplasmosis	Important	10,000	2,000,000
Q fever	Important	3,000	3,500,000
Trypanosomosis (zoonotic)	Important	2,500	15,000
Anthrax	Some importance	1,250	11,000
Hepatitis E *	Some importance	300,000	14,000,000
<i>Chagas</i>	Important	10,000	8,000,000
<i>Chickungunya</i>	Very important	12,500	500,000
<i>Clostridium difficile disease</i>	Possible importance	3,000	300,000
<i>Dengue fever</i>	Minor	20,000	50,000,000
<i>Ebola</i>	Very important	500	800
<i>Hanta disease</i>	Very important	1,750	175,000
<i>Avian influenza</i>	Important	77	145
<i>Bov. Spongiform Encephalopathy^</i>	Some importance	182	188
<i>Psittacosis</i>	Important	2,250	22,000
<i>Japanese encephalitis</i>	Possibly, bats	11,000	40,000
<i>Buffalo pox</i>	Not important	Negligible	Common
<i>Rift Valley fever</i>	Important	45	150

Die wichtigsten Zoonoseerreger

- Auf die **13** wichtigsten **Zoonosen** entfallen **2,2 Millionen Todesfälle** und **2,4 Milliarden Erkrankungen**

Source: WHO, Grace et al., 2013



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

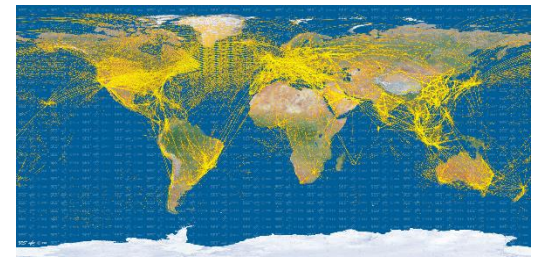
since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Entstehung: Beispiel SARS-CoV-2

- **Übergang** eines Coronavirus, das wahrscheinlich von einer Fledermaus (Hufeisenfledermaus?) stammt, auf den Menschen.
 - **Interaktion Tier - Mensch**
- Hohe **Bevölkerungsdichte**
 - Selektion für effiziente **Mensch-zu-Mensch-Übertragung**
- **Globale Mobilität** führt zur **Ausbreitung**
 - Wir können fast jeden Punkt auf der Erde in der Inkubationszeit erreichen.



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Highly Pathogenic H5N1 Influenza Virus in Smuggled Thai Eagles, Belgium

Steven Van Borm,* Isabelle Thomas,†
Germaine Hanquet,† Bénédicte Lambrecht,*
Marc Boschmans,* Gérald Dupont,†
Mireille Decaestecker,* René Snacken,†
and Thierry van den Berg*

We report the isolation and characterization of a highly pathogenic avian influenza A/H5N1 virus from Crested Hawk-Eagles smuggled into Europe by air travel. A screening performed in human and avian contacts indicated no dissemination occurred. Illegal movements of birds are a major threat for the introduction of highly pathogenic avian influenza.

The 2003–2004 highly pathogenic avian influenza epidemic caused by an A/H5N1 virus has become established in 8 Southeast Asian countries (1). It affects not only birds but several mammals (2–4). As of February 2005, 55 laboratory-confirmed human cases, 42 fatal, have occurred after direct transmission of the virus (available from http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/country/en/).

The Study

On October 18, 2004, 2 Crested Hawk-Eagles (*Spizaetus nipalensis*) smuggled into Europe from Thailand were seized at Brussels International Airport (5). Clinical examination of the birds showed no symptoms. As import of birds and products from several Asian countries into the European Union (EU) is forbidden (DG Sanco Decision 2004/122/EC), the birds were humanely sacrificed and immediately sent to the Veterinary and Agrochemical Research Centre for routine diagnosis to exclude influenza and Newcastle disease viruses.

The eagles were transported in a hand luggage (Figure 1), with the zipper not totally closed to allow air to enter. The bird smuggler, a Thai resident, took connecting flights from Bangkok to Brussels, with a stopover in Vienna; he placed his hand luggage in an overhead

compartment during both flights. When interviewed, the Thai man declared that he "bought the eagles on a major Bangkok market, a few days before departure, as a present for [his] brother living in Belgium." The eagles reportedly had no contact with domestic animals before departure. A few days later, a Belgian falconer declared he had ordered the eagles and offered €7,500 for each bird.

Necropsy and further testing were carried out at the Veterinary and Agrochemical Research Centre (virologic procedures according to EU Council Directive 92/40/EEC of 19 May 1992). Both eagles had enteritis, and 1 had bilateral pneumonia. Samples were taken from lungs and injected into embryonating eggs, which died in <2 days. The isolated virus was denominated A/crested eagle/Belgium/01/2004. The antigenic subtyping as H5N1 was made by hemagglutination inhibition using 12 mono-specific polysera. The diagnosis was confirmed by nucleoprotein gene (general for type A influenza) and H5-specific reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) (primers summarized in Table). Sample quality was controlled by using 18S rRNA as housekeeping control gene



Figure 1. Crested Hawk-Eagles confiscated at Brussels International Airport in the hand luggage of a Thai passenger. The birds were wrapped in a cotton cloth, with the heads free, and each of them inserted in a wicker tube >60 cm in length, with 1 end open. Pictures courtesy of Paul Meuleneire, custom investigations officer, antidrug group.

Vogelschmuggel mit Vogelgrippefall (H5N1) in Österreich

(11.06.2013) Am 6. Juni 2013 entdeckte der Österreichische Zoll am Flughafen Wien-Schwechat in zwei Gepäckstücken 60 geschmuggelte Vögel (unterschiedliche Arten von Papageien und Paradiesvögeln). Die Vögel wurden sofort in die Quarantänestation des Tiergartens Schönbrunn gebracht.

39 Vögel waren bereits verendet und wurden routinemäßig in die AGES geliefert, um die Todesursache festzustellen und weitere Untersuchung betreffend möglicher Tierseuchen durchzuführen.

Bei einem der toten Tiere wurde das H5N1-Virus in der hochpathogenen Form nachgewiesen. Vorsorglich wurden alle betroffenen Stellen (Zoll/BMF, Tiergarten Schönbrunn, Amtstierarzt der Stadt Wien und Landessanitätsdirektoren) umgehend informiert.

Das Gefahrenpotenzial ist laut veterinär- und humanmedizinischen ExpertInnen als gering einzustufen.

<https://vet-magazin.at/tierarzt-magazin/aktuelle-meldungen/Vogelschmuggel-Vogelgrippe.html>

*Veterinary and Agrochemical Research Centre, Brussels, Belgium; and †Scientific Institute of Public Health, Brussels, Belgium



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Legalier Tierhandel (außer Nutztiere) 2014-2019

	Afrika	Mittel-amerika	Nord-amerika	Süd-amerika	Karibik	Asien	Australien Ozeanien	Europa
Kleinkamele			36	97			169	
Makaken	1.564		92			1.046		
Frettchen			135				1	
Kaninchen	1		1.970			5	3	
Andere Nagetiere	9		89.886	16		1.603	428	12
Säugetiere*	2.532	13	100.003	437	8	3.743	1.020	7.633
Hühner			41.264					
Enten			83.744					
Tauben			239					
Andere Vögel	2.293		287	1.234		367	80	1
Papageien	80		42	148		996	770	3
Vögel ohne Geflügel	2.373		599	1.382		1.594	853	21
Amphibien	56.364	3.980	338.581	4.059		236.382	1.291	
Krokodile	1.649			3.220		3.635	1	
Echsen	92.026	22.408	104.480	11.118	376	102.231	1.512	
Schlangen	34.329	1.051	93.400	6.278		45.761	1.078	2
Schildkröten	42.009	2.675	86.535	8.000		299.292		
Reptilien	131.459	8.241	284.415	7.783	376	450.919	16	2

*ohne Equiden, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen

Quelle: TRACES, 2020-05-06



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

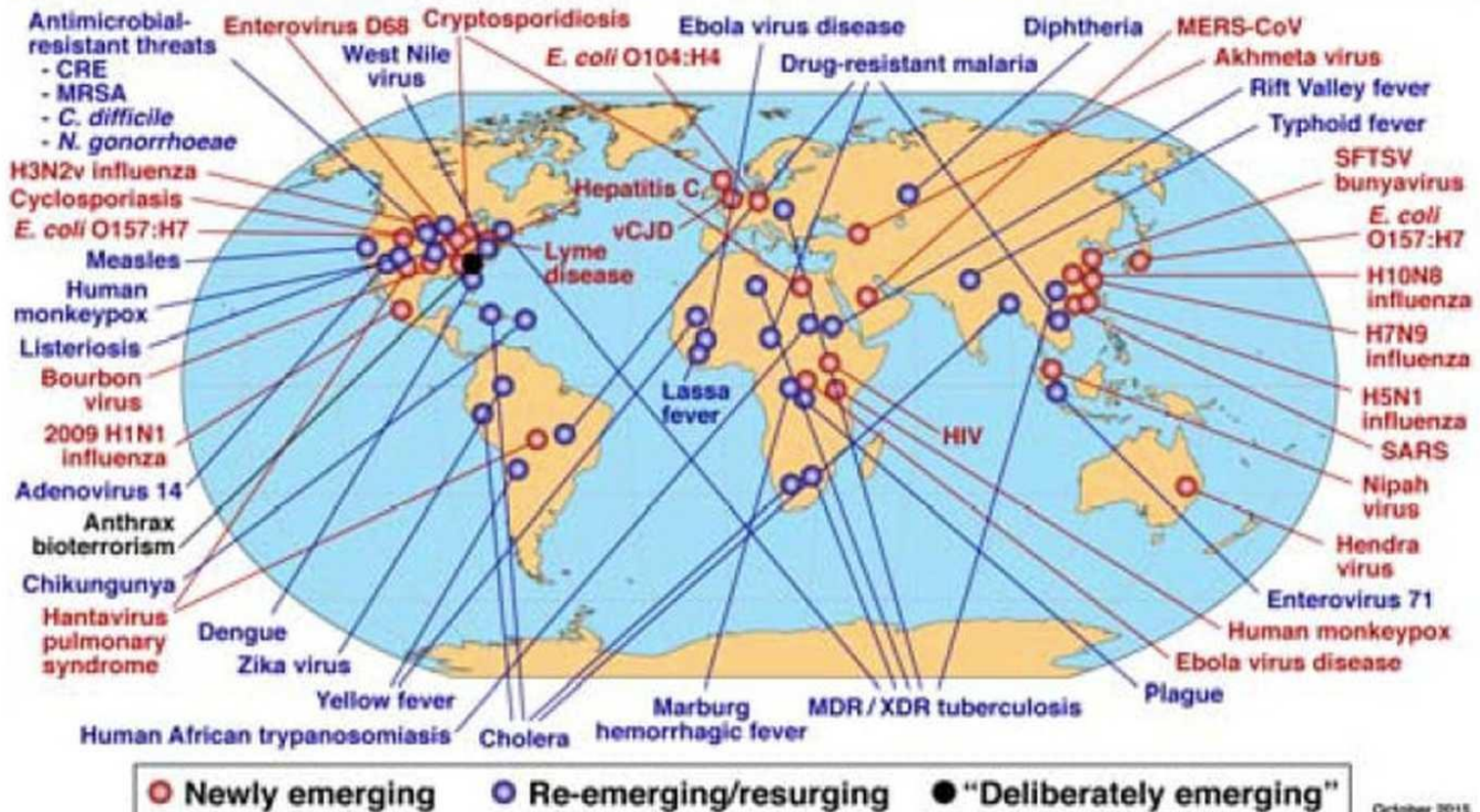
since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Vorkommen

Global Examples of Emerging and Re-Emerging Infectious Diseases



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

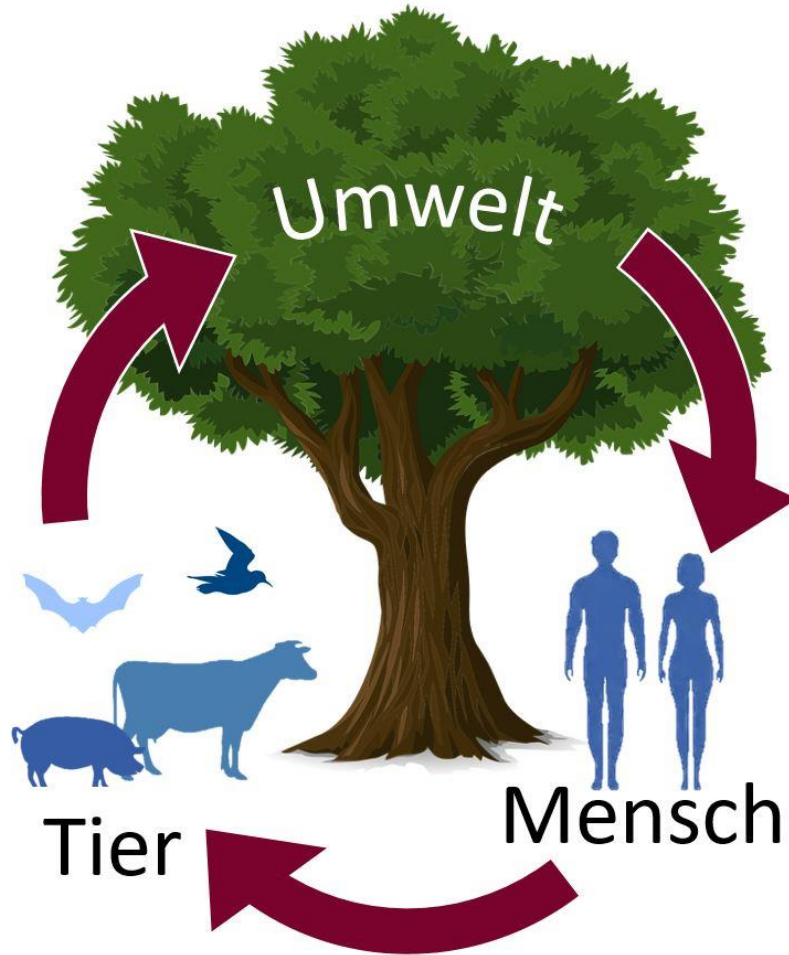


since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Vorbeugung: ONE HEALTH und Register



Mindestens
Registrierungspflicht
für Haltungen
„exotischer“ Tiere

...

Grundsätzliches
Verbot der Einfuhr
von „exotischen“ Tieren

<https://www.zoonosen.net/coronavirus-pandemie-zeigt-notwendigkeit-von-one-health-ansaetzen>



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health



Vielen Dank



FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT

since 1910

FLI

Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Hintergrundpapier

Umweltzerstörung und Gesundheit

Naturschutz und Pandemie-Gefahr

Die vorliegende Stellungnahme gibt nicht die Auffassung des Ausschusses wieder, sondern liegt in der fachlichen Verantwortung des/der Sachverständigen. Die Sachverständigen für Anhörungen/Fachgespräche des Ausschusses werden von den Fraktionen entsprechend dem Stärkeverhältnis benannt.

Deutscher Bundestag
Ausschuss für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit
Ausschussdrucksache
19(16)344-A
öFG am 13.05.20
07.05.2020

Anlage 3

Einleitung

Umweltveränderung führen zu neuen Ausbreitungsmustern von Krankheitserregern. Laut der Weltgesundheitsorganisation ([WHO](https://www.who.int/))¹ hängen 23 % der weltweiten Todesfälle mit einer ungesunden Umwelt zusammen – das sind 12,6 Millionen Todesfälle pro Jahr. Zu den Gründen gehören Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung, landwirtschaftliche Anbaumethoden, menschengemachte Klima- und Ökosystemveränderungen – Faktoren, die unsere Gesundheit zusätzlich zu den hier diskutierten Infektionskrankheiten beeinflussen.

Biodiversität und Gesundheit sind auf vielfältige Weise verbunden. Viele Krankheitserreger infizieren Tiere und Menschen, da sie die Ökosysteme teilen, in denen sie leben. One Health ist ein Konzept, welches die Verbindungen zwischen Menschen, (Wild-) Tieren und der Umwelt berücksichtigt. Bemühungen in nur einem der drei Bereiche können das Problem nicht verhindern oder beseitigen. Der One-Health-Ansatz kann das Verständnis für die Ursachen und Einflussfaktoren von Infektionskrankheiten verbessern und von reaktiven auf zu präventiven Maßnahmen übergehen.



Der One-Health-Ansatz

¹ WHO:

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf;jsessionid=4FBoAB782FC8587411A19678874630AA?sequence=1

Etwa 60 % aller heute bekannten Infektionskrankheiten sind Zoonosen, die irgendwann von Tieren auf den Mensch übergesprungen sind. Bei den neuen Infektionskrankheiten, den sogenannten Emerging Infectious Disease (EIDs), sind es sogar 75 %. Im Durchschnitt tritt beim Menschen alle vier Monate eine neue Infektionskrankheit auf². Von den Zoonosen stammt ein Großteil (72%) von Wildtieren^{3,4,5}. Die Beispiele der Zoonosen reichen von Leptospirose und Toxoplasmose über Milzbrand und Tollwut bis hin zu SARS, Ebola und der ursprünglichen Quelle von HIV.

Aber es sind nicht die Wildtiere, die für die Zunahme dieser Krankheiten verantwortlich sind. Es sind unsere zunehmenden Interaktionen mit der Umwelt, die das Überspringen von Krankheitserregern auf den Menschen ermöglichen und die Systeme von Krankheitserregern verändern⁶.

Dabei befördert der Verlust an biologischer Vielfalt die Häufigkeit der Entwicklung von Infektionskrankheiten, und viele der zugrunde liegende Ursachen für das Entstehen von Krankheiten überschneiden sich auch mit den Ursachen für den Verlust der biologischen Vielfalt⁶. Schließlich beschleunigen menschliche Aktivitäten das Verschwinden der Biodiversität um das bis zu 1000 fache⁷. Gleichzeitig hat das Zwischenspiel von Biodiversitätsverlust, Umweltveränderung und Krankheiten enorme Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden⁸. Das Hantavirus, zum Beispiel, das beim Menschen eine Mortalitätsrate von etwa 35% hat, erscheint häufiger in Gebieten mit einer geringeren Vielfalt an kleinen Säugetieren als in Gebieten mit einer hohen Vielfalt an kleinen Säugetierarten⁹.

Die ökonomischen Folgen dieser Entwicklung können erheblich sein: Der Ausbruch von SARS im Jahr 2003 kostete die Weltwirtschaft schätzungsweise mehr als 30 Milliarden US-Dollar¹⁰. Die Kosten von COVID-19 werden voraussichtlich weitaus höher sein. Dazu kommen jährlich über eine Milliarde Fälle von Infektionskrankheiten wie Malaria und Dengue.

Die globalen Risiken aufgrund von Umweltzerstörung nehmen zu, nicht nur aus medizinischer, sondern auch aus ökonomischer und sozialer Sicht. Wir müssen daher im Sinne der nationalen und weltweiten Gesundheitsvorsorge handeln, statt Infektionskrankheiten nur reaktiv zu bekämpfen. Denn der Entstehung von Krankheiten liegen drei Hauptfaktoren zugrunde: der Verlust der biologischen Vielfalt, der Verlust und die Degradierung natürlicher Lebensräume und der illegale und unregulierte Wildtierhandel.

² Wani Suhas P. et al. *Centre for Agriculture and Biosciences International, Oxfordshire* (2008) [LINK](#)

³ Jones Kate E. et al. *Nature* 451 (2008) 990–993 [LINK](#)

⁴ Hartmann Dennis L. et al. *Climate Change 2013: The physical science Basis, Cambridge University Press* (2013) [LINK](#)

⁵ UNEP Frontier Report (2016) [LINK](#)

⁶ Karesh, Willie B. et al. *Lancet* 280 (2012) 1936–1945 [LINK](#)

⁷ Pimm Stuart L. et al. *Science* 344(2014) 1246752 [LINK](#)

⁸ Romanelli Christina et al. *WHO/CBD* (2015) [LINK](#)

⁹ Luis Angela D. et. al. *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2018) [LINK](#)

¹⁰ World Bank (2012) [LINK](#)

Biodiversitäts-Verlust und Infektionskrankheiten

Unser Einfluss auf die Umwelt bedroht Arten und lässt ihre Bestände schrumpfen. Rund eine Million Arten könnten innerhalb der nächsten Jahrzehnte verschwinden, wenn sich der Zustand unserer Ökosysteme weiterhin verschlechtert¹¹.

Die Landnutzung durch den Menschen führt zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung und der Anzahl von Tieren in den betreffenden Lebensräumen. Während viele Arten aus gestörten Ökosystemen als Verlierer hervorgehen, kommen manche mit den veränderten Bedingungen relativ gut zurecht. Schrumpfende Lebensräume und zurückgehende Artenvielfalt bedeuten größere Bestände anpassungsfähiger Arten (Generalisten) in einem Habitat. Unter diesen können sich Krankheitserreger leichter ausbreiten, da sich unter anderem die Kontakthäufigkeit erhöht und auch die Wahrscheinlichkeit steigt, dass Überträger (Vektoren) wie Mücken oder Zecken genau von diesen Arten Blut aufnehmen und die Erreger auch wieder weitergeben. Dieser letzte Punkt führt zudem dazu, dass die Übertragung auf den Menschen häufiger wird. Der sogenannte „dilution effect“¹², der in Ökosystemen mit einer hohen Biodiversität auftritt, in denen verschiedene andere Arten die Ausbreitung der Erreger abmildern, fehlt in gestörten und weniger diversen Lebensräumen. Auch überleben häufig Arten, die als Erreger-Reservoir fungieren¹³. So können beispielsweise einige Nagetiere und Fledermausarten – häufig im Zusammenhang mit Zoonosen genannt – besser als sensiblere Arten fortbestehen, auch wenn ihre natürlichen Lebensräume zerstört werden. Dass in Ökosystemen mit einer höheren Artenvielfalt oft eine geringere Übertragung von Krankheitserregern und somit auch eine geringere Gefahr für den Menschen auftritt, legen zum Beispiel Forschungen zu Krankheiten wie der Lyme-Borreliose¹⁴, des West-Nil-¹⁵, des Hanta-Virus¹⁶ und einiger anderer Krankheiten¹⁷ nahe.

Weitere Untersuchungen zeigen aber auch, dass Länder mit einer hohen Biodiversität tendenziell eine hohe Krankheitsdichte aufweisen, was mit der Erwartung übereinstimmt, dass eine hohe Vielfalt an potenziellen Wirten auch eine hohe Krankheitsübertragung mit sich bringt¹⁸. Der konkrete Zusammenhang zwischen biologischer Vielfalt und Infektionskrankheiten hängt vom beteiligten Erreger, der Art des Eingriffs und dem ökologischen Kontext ab¹⁹. Auf diesem Feld sind dementsprechend noch weitere Forschungen nötig.

Trotz vieler noch offener Fragen deuten aktuelle Erkenntnisse darauf hin, dass die Erhaltung intakter Ökosysteme und ihrer natürlichen Artenvielfalt die Verbreitung von Infektionskrankheiten generell verringert²⁰. Die Bestrebungen, den Verlust an biologischer Vielfalt zu minimieren, können daher das Krankheitsrisiko für Menschen reduzieren – unter anderem durch die Verringerung des Kontakts zwischen Menschen und Wildtieren und die Vermeidung der Einführung exotischer Arten²¹. Zudem kann

¹¹ IPBES Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services, 2019 [LINK](#)

¹² Keesing Felicia et al., Ecology Letters Volume 9, Issue 4, p. 485-498 (2006) [LINK](#)

¹³ Ostfeld Richard S, The Lancet Volume 1, Issue 1, Pe2-e3 (2017) [LINK](#)

¹⁴ LoGiudice Kathleen et al., PNAS (2003) 100 (2) 567-571 [LINK](#)

¹⁵ Swaddle John P, PLoS ONE (2008) 3(6): e2488 [LINK](#)

¹⁶ Luis Angela D. et al. PNAS (2018) 115 (31) 7979-7984 [LINK](#)

¹⁷ Civitello David J et al., PNAS (2015) 112 (28) 8667-8671 [LINK](#)

¹⁸ Wood Chelsea L et al., Phil. Trans. R. Soc. B 372:20160122 (2017) [LINK](#)

¹⁹ Young Hillary S et al., Phil. Trans. R. Soc. B 372:20160124 (2017) [LINK](#)

²⁰ Keesing Felicia et al., Nature (2010) 468, pages 647–652 [LINK](#)

²¹ Hosseini Parvizeh R et al., Phil. Trans. R. Soc. B 372:20160129 (2017) [LINK](#)

das Immunsystem von Tierarten Krankheitserreger effektiver bekämpfen, wenn Stressfaktoren wie Lebensraumzerstörung sinken und die genetische Vielfalt der Arten erhalten bleibt^{22, 23}. Dies kann schlussendlich auch das Risiko einer Übertragung auf den Menschen reduzieren.

Hinzu kommen die vielen Arzneimittel, die Tier- und Pflanzenarten uns nach wie vor liefern oder noch unentdeckt in ihnen schlummern. Etwa 50% der modernen Medikamente wurden aus Naturprodukten entwickelt²⁴. Durch ein voranschreitendes Artensterben könnten wir hier wichtige Heilmittel verlieren.

In Folge des Verlusts oder massiven Rückgangs bestimmter Arten, welche die übermäßige Ausbreitung von Krankheitsüberträgern verhindern, könnten sich zudem Infektionskrankheiten stärker ausbreiten. So halten Amphibien Mücken in Schach, die Malaria oder Denguefieber übertragen können. Dem Rückgang von Süßwassershrimps, denen der Staudammbau in Afrika zusetzte, folgte ein Anstieg an Bilharziose-Erkrankungen, da die Shrimps nicht mehr bestimmte Arten von Wasserschnecken fressen konnten, die als Zwischenwirt des Bilharziose-Erregers fungierten²⁵. Der Verlust der biologischen Vielfalt gefährdet also auf vielfältige Art und Weise das System, welches unsere Lebensgrundlagen und unsere Gesundheit schützt.

Entwaldung und Umweltveränderungen

Obwohl die Landnutzungspraktiken durch den Menschen wirtschaftliche und soziale Grundlagen sichern sollen, führen sie auch zu langfristigen negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Kritisch ist, dass Landnutzungsänderungen eine wichtige Triebkraft für neu auftretende Infektionskrankheiten (sogenannte *Emerging Infectious Diseases*, kurz EIDs) sind. Frühere Analysen zeigen, dass über 30% der EIDs, die Menschen betreffen, in einem kausalen Zusammenhang mit Landnutzungsänderungen stehen²⁶.

Der Entstehungsort von Zoonosen ist oftmals auf bewaldete Ökosysteme zurückzuführen, wie beispielsweise das Zika-Virus auf den Zika-Wald in Uganda. Es ist wahrscheinlich, dass Dengue, Chikungunya, Gelbfieber und einige andere mückenübertragene Krankheitserreger erstmals den Wäldern Afrikas vorkamen^{27,28}.

Selbst eine geringe Abnahme der Waldfläche erhöht das Risiko einer Malariaerkrankung der lokalen Bevölkerung. Die Abholzung von vier Prozent eines Waldes in Brasilien ging, laut einer Studie aus dem Jahr 2010, mit einer fast 50-prozentigen Zunahme der Malariafälle einher. Denn die Malaria übertragenden Mückenarten vermehren sich vor allem in teilweise sonnenbeschienenen Wasserflächen mit pH-neutralem Wasser und mit vielen Wasserpflanzen – solche gibt es häufiger in vom Menschen veränderten Landschaften als im ungestörten Wald, wo Wasserflächen meist beschattet und der Boden-pH saurer ist²⁹.

²² Martin, Lynn B., et al. *Nature Education Knowledge* 3(6):11 (2011). [LINK](#)

²³ Sommer Simone, *Front Zool* 2, 16 (2005) [LINK](#)

²⁴ Cheuka Peter M. et al. *Molecules* 22 (2016) 58 [LINK](#)

²⁵ Sokolow Susanne H et al., *Phil. Trans. R. Soc. B* 372:20160127 (2017) [LINK](#)

²⁶ EcoHealth Alliance (2019) [LINK](#)

²⁷ Robins Jim *Yale Environment* 360 (2016): [LINK](#)

²⁸ Rulli Maria C. et al. *Nature* 7(2017): 41613 [LINK](#)

²⁹ Olson Sarah et al. *Emerging infectious Disease* 16.7 (2010): 1108-1115 [LINK](#)

Auch die Fragmentierung von Waldgebieten und anderen Ökosystemen durch menschliche Eingriffe können das Risiko von Infektionskrankheiten erhöhen. Wenn die Bestände von Tierarten und deren Krankheitserregern durch Lebensraumverlust in voneinander getrennte Teil-Bestände zerschnitten werden, können sich diese kleineren Teil-Bestände unabhängig voneinander und schneller weiterentwickeln. Dieser Koevolutions-Effekt führt potentiell zu einer Zunahme der Vielfalt an Krankheitserregern in den gestörten Ökosystemen. Damit steigt das Risiko, dass Erreger auf die menschliche Bevölkerung übergreifen und zu Ausbrüchen führen³⁰.

Wie gravierend das Problem der Entwaldung ist, macht die Skala des weltweiten Waldverlusts deutlich: Jährlich gehen etwa 16 Millionen Hektar Wald verloren, Tendenz steigend³¹. Hinzu kommt, dass Entwaldung oftmals mit einem Ausbau des Straßennetzes einhergeht. Ausbau von Infrastruktur führt zu mehr Menschen in entlegenen Waldregionen und damit zu mehr Mensch-Wildtier-Interaktionen., Infektionen können dann über die infrastrukturelle Vernetzung schnell in urbane Gebiete vordringen und sich schlimmstenfalls pandemisch ausbreiten.

Wildtierhandel

Auch im Zusammenhang mit legalem und illegalem Wildtierhandel stellt die Entstehung von Zoonosen ein Gesundheitsrisiko für die internationale Gemeinschaft dar. Der Trend zur Entwicklung solcher Krankheiten nimmt zu, und mehr als 2/3 hatten ihren Ursprung in Wildtieren³². Auch das neue SARS-CoV-2, das die derzeit grassierende COVID19-Pandemie ausgelöst hat, ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf einen Wildtiermarkt zurückzuführen³³.

Weltweit sind allein vom illegalen Artenhandel mehr als 7.000 Tier- und Pflanzenarten betroffen, unter anderem für den Lebensmittelkonsum, die medizinische Nutzung oder den Lebendhandel³⁴. Bis zu 20 Milliarden Euro werden jährlich damit umgesetzt. Hinzu kommen die Erlöse aus dem legalen Handel mit Arten, der allein in der EU einen geschätzten Wert von 100 Milliarden Euro hat³⁵. In vielen Regionen weltweit gehören Wildtiermärkte zur lokalen Kultur und sind ein wichtiger Teil der Ernährungssicherung. Gerade das macht zukünftig notwendige Regulationen in diesem Bereich zur Vermeidung von Zoonoserisiken so kompliziert.

Schlecht regulierte oder illegale Wildtiermärkte sind Katalysatoren der Zunahme von Zoonosen. Märkte, auf denen lebende Wildtiere verschiedener Arten unter unkontrollierten und unhygienischen Bedingungen sehr eng zueinander und zum Menschen gehalten und geschlachtet werden, erleichtern die Übertragung von Viren und anderen Krankheitserregern auf den Menschen und machen ein Überspringen von infektiösen Erregern – die Entstehung und Verbreitung von Zoonosen – wahrscheinlicher. Der enge Kontakt mit den Tieren, beispielsweise mit Körperflüssigkeiten wie Blut, Urin oder Kot, oder der Konsum unzureichend verarbeiteter Produkte stellen das entscheidende Problem dabei dar. Hinzu kommt die Wirkung des Stresses der Tiere auf solchen Märkten, aber auch auf Wildtier-

³⁰ Zohdy Sarah et al. Trends in Parasitology 35.6 (2019): 399-408 [LINK](#)

³¹ Weisse Mikaela et al. World Resources Institute (2018) [LINK](#)

³² Jones, Kate E., et al. Nature 451 (2008): 990-993 [LINK](#)

³³ BBC News 25. Februar 2020. [LINK](#)

³⁴ UNODC. World Wildlife Crime Report (2016). [LINK](#)

³⁵ TRAFFIC. [LINK](#)

Zuchtfarmen: Stress supprimiert das Immunsystem, was zu einer Vermehrung möglicher Erreger im Tier und einer erhöhten Ausscheidungsrate führen kann³⁶.

Bereits 2002/2003 lösten Coronaviren die zoonotische SARS-Pandemie (Severe Acute Respiratory Syndrome) aus, die erstmals in der chinesischen Provinz Guangdong auftrat und in Folge rund 8.000 Menschen in 26 Ländern weltweit infizierte³⁷. Man nimmt an, dass die Viren von Hufeisennasenfledermäusen der Gattung *Rhinolophus* über Larvenroller (*Paguma larvata*), einer Schleichkatzenart, auf den Menschen übertragen wurden³⁸. Auch hier geht man davon aus, dass der enge auslösende Kontakt auf einem Wildtiermarkt oder in einem Restaurant stattgefunden hat.

Als direkte Folge der aktuellen COVID19-Pandemie ergreifen erste Länder bereits Maßnahmen. China hat kurzfristig den Konsum praktisch aller landlebenden, wilden Wirbeltierarten als Lebensmittel untersagt³⁹. Auch Vietnam arbeitet an einer Umstellung seiner gesetzlichen Grundlagen, um Zoonosen besser vorbeugen zu können. Von 5000 in fünf asiatischen Staaten befragten Menschen, gaben 79% an, dass sie eine Schließung von illegalen und unregulierten Wildtiermärkten für eine effektive Maßnahme halten, um Pandemien wie COVID19 in Zukunft zu verhindern⁴⁰. 84% sagten weiter, dass es unwahrscheinlich oder sogar sehr unwahrscheinlich sei, in Zukunft noch Wildtierprodukte auf offenen Märkten kaufen zu wollen.

Zur zukünftigen Zoonose-Vorbeugung müssen allerdings nicht nur illegale Märkte konsequent geschlossen werden, sondern auch die Regulierung der legalen Märkte und des legalen Wildtierkonsums, auch z.B. im Rahmen der Traditionellen Medizin, überarbeitet werden. Nur so können assoziierte Praktiken, die zu einem erhöhten Zoonosenrisiko führen, unterbunden werden. Dabei ist allerdings ein pauschales Konsumverbot von Wildtieren kein gangbarer Weg, da einerseits Wildfleisch für viele ländliche Gemeinden weltweit als Nahrungsmittel eine essentielle Eiweißquelle darstellt und andererseits die Gefahr einer Verschiebung des Handels auf Schwarzmärkte groß ist – sowohl vor dem Hintergrund existenzieller Abhängigkeiten ländlicher Gemeinden von Wildfleisch als auch angesichts der mit dem profitgetriebenen Wildartenhandel erzielten Umsätze.

Ausblick und Empfehlungen

Es wird deutlich: Die Vernichtung der biologischen Vielfalt hat indirekte und direkte Folgen auf die Gesundheit des Menschen. Lebensraumzerstörung wie Entwaldung sowie illegaler oder schlecht regulierter Wildtierhandel machen häufigere und schwerwiegendere Ausbrüche von Infektionskrankheiten wahrscheinlicher. Die Gefahren für die Gesundheit des Menschen werden durch massive Umweltzerstörungen weiter zunehmen.

Der WWF Deutschland hat daher drei Stellschrauben identifiziert, um die Risiken weiterer Zoonosen und Infektionskrankheiten in Zukunft zu verringern:

³⁶ Martin, Lynn B., et al. *Nature Education Knowledge* 3(6):11 (2011). [LINK](#)

³⁷ WHO. [LINK](#)

³⁸ Cyranoski, David. *Nature.com* (2017). [LINK](#)

³⁹ Nachrichtenagentur Xinhua 24. Februar 2020. [LINK](#)

⁴⁰ GlobeScan, WWF. *Opinion Survey on COVID-19 and Wildlife Trade in 5 Asian Markets* (2020).



1. Entschiedenenes Vorgehen gegen den illegalen Wildtierhandel sowie bessere Kontrollen des legalen Artenhandels mit Produkten wie etwa Wildfleisch: Kernelement ist ein konsequentes Vorgehen gegen illegalen Artenhandel inklusive der Schließung von unregulierten Märkten und der Überarbeitung von Gesetzen, um Schlupflöcher zu schließen. Dazu eine bessere Regulierung des legalen Artenhandels, um dem Auftreten von Zoonosen vorzubeugen, etwa durch höhere hygienische Standards. Hier braucht es mehr Unterstützung - gerade für Entwicklungs- und Schwellenländer. Auch bei internationalen Abkommen und Verhandlungen muss das Thema noch stärker als bisher in den Fokus rücken.

2. Biodiversität schützen und anerkennen, dass diese für Ökosysteme und menschliche Gesundheit unabdingbar ist: Der Schutz der biologischen Vielfalt und ein Ende der Lebensraumzerstörung ist ein Schlüsselfaktor, um die Ausbreitung neuer Infektionskrankheiten zu verhindern. Umweltveränderungen führen zu neuen Ausbreitungsmustern von Krankheitserregern. Wenn Lebensräume und Ökosysteme zerstört werden und natürliche Barrieren wegfallen, bringt das Arten in Kontakt zueinander, die vorher nicht im Kontakt waren. Außerdem entsteht eine neue, räumliche Nähe zum Menschen. Beide Faktoren erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Entstehung und Verbreitung von Infektionskrankheiten und Zoonosen. Deutschland muss hier im eigenen Interesse seiner Verantwortung nachkommen und eine Vorreiterrolle übernehmen. Wir brauchen daher Gesetze auf nationaler wie europäischer Ebene für entwaldungsfreie und nachhaltige Lieferketten. Der Import von Produkten, die mit Entwaldung und Degradierung von Lebensräumen verbunden sind, muss gestoppt werden. Die Finanzwirtschaft und die staatlichen Hilfs- und Konjunkturprogramme müssen umgehend neben der Solvenz auch ökologische und soziale Kriterien aufstellen und deren schrittweise Erfüllung überprüfen. Hierzu gehört das Klimaziel von Paris ebenso wie die Nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen.

3. Die Gesundheit von Menschen, Wildtieren und Umwelt muss zukünftig konsequent zusammen gedacht werden: Die Zusammenhänge zwischen Lebensraumzerstörung und dem weltweiten Verlust an Biodiversität einerseits und der menschlichen Gesundheit andererseits müssen bei der globalen Gesundheitsvorsorge und in der Forschung stärkeres Gewicht erhalten. Es gilt jetzt ein etwaiges Silo-Denken aufzubrechen und diese Herausforderungen noch interdisziplinärer anzugehen. Wir müssen davon ausgehen, dass zukünftig vermehrt Epidemien, wie etwa SARS, die Vogelgrippe oder COVID-19 drohen. Die ökologischen Prozesse, die zur Entstehung solcher Ausbrüche führen, müssen besser verstanden und berücksichtigt werden. Diese Einsicht muss in zukünftigen Forschungs- und Förderprogrammen stärker in den Vordergrund rücken.

Informationen

Autor:innen-Team im WWF Deutschland:

Anne Hanschke, May Hoka, Arnulf Köhncke, Paul Merkert, Katharina Trump, Susanne Winter

Redaktionelle Bearbeitung im WWF Deutschland:

Roland Gramling

Kontakt:

Arnulf Köhncke, Fachbereichsleiter Artenschutz, WWF Deutschland,
arnulf.koehncke@wwf.de



Biodiversität & Zoonosen

Fachgespräch „Zoonosen – Ursache, Verbreitung, Vorbeugung

Dr. Arnulf Köhncke | WWF-Deutschland

Anlage 4



Umweltzerstörung und Krankheitsrisiken

- Forschung zeigt Evidenz für Zusammenhang von Umweltzerstörung & Krankheiten.
- Gesundheit von Menschen, Tieren und der Umwelt hängt eng zusammen.
- Natur schützen, heißt Gesundheit schützen.



Die Bandbreite des Problems aus Sicht des WWF



Lebensraumzerstörung

- 16 Millionen Hektar Waldverlust
- Treiber für neue Infektionskrankheiten
- Problematisch besonders für lokale Bevölkerung
- Verantwortung in den Lieferketten: Produktion vor allem von Lebensmitteln treibt weltweite Entwaldung.



Biodiversitätsverlust

- 1 Million Arten sind bedroht!
- Grund des Artensterbens ist der Mensch, v.a. durch Lebensraumverlust, Übernutzung & Klimakrise.
- Artenverlust in Ökosystemen kann Risiken der Krankheitsübertragung erhöhen.



Wildtiertnutzung

- Illegaler Artenhandel betrifft 7000 Arten und bis 20 Milliarden Euro Umsatz pro Jahr, legaler Handel ist um ein Vielfaches größer.
- Unzureichend regulierte Wildtiermärkte und -konsum sind Katalysatoren für Zoonosen.

Die Prävention von Pandemien braucht einen breiten Ansatz!



Handlungsempfehlungen an die Politik zur Verringerung von Pandemien



1. Konsequentes Vorgehen gegen illegalen Wildtierhandel.



2. Eliminierung von Hochrisiko-Wildtiermärkten.



3. Nachfragereduktion für hochriskante & nicht nachhaltige Wildtier-Produkte.

4. Stopp von Lebensraumverlust & Entwaldung.

5. Entwaldungsfreie Lieferketten auf dem deutschen/europäischen Markt.

6. Konjunkturprogramme an den Erhalt von Biodiversität knüpfen.



Vielen Dank! Mehr Hintergrundinformationen unter [wwf.de/corona](https://www.wwf.de/corona)



Die vorliegende Stellungnahme gibt nicht die Auffassung des Ausschusses wieder, sondern liegt in der fachlichen Verantwortung des/der Sachverständigen. Die Sachverständigen für Anhörungen/Fachgespräche des Ausschusses werden von den Fraktionen entsprechend dem Stärkeverhältnis benannt.

NL:

Prof. Wim H. M. van der Poel, specialist veterinaire microbiologie, geregistreerd bij het Europees College voor Veterinaire Microbiologie. Hoogleraar 'Emerging and Zoonotic Viruses' aan Wageningen University and Research in Nederland. Onderzoekslider bij Wageningen Bioveterinary Research in Lelystad. Onafhankelijk expert op gebied van zoonosen.

Ca. 70% van alle emerging infectieziekten zijn afkomstig van dieren. Doordat er steeds betere methoden beschikbaar komen voor het detecteren van infectieziekten, met name innovatieve moleculaire diagnostische technieken, kunnen we nieuwe zoonosen steeds sneller op het spoor komen. In Nederland bestaat er een signaleringsoverleg waarin alle onderzoeksinstituten die werken aan zoonosen samenkomen om nieuwe signalen van zoonosen te bespreken, en te rapporteren aan de overheid wanneer er een risico kan ontstaan voor de volksgezondheid. Nederlandse onderzoeksinstituten werken samen in diverse nationale en internationale One Health netwerken voor het versterken van onderzoek aan zoonosen.

DE:

Prof. Wim H. M. van der Poel, Spezialist für Veterinärmikrobiologie, registriert am Europäischen Kolleg für Veterinärmikrobiologie. Professor für „Emerging and Zoonotic Viruses“ („neue und zoonotische Viren“) an der Wageningen University & Research in den Niederlanden. Forschungsleiter bei Wageningen Bioveterinary Research in Lelystad. Unabhängiger Experte auf dem Gebiet der Zoonosen.

Etwa 70 % aller neu auftretenden Infektionskrankheiten stammen von Tieren. Mit zunehmend verbesserten Methoden zum Nachweis von Infektionskrankheiten, insbesondere innovativen molekulardiagnostischen Techniken, können wir neue Zoonosen immer schneller erkennen. In den Niederlanden gibt es eine Frühwarnstelle, in der alle Forschungsinstitute, die an Zoonosen arbeiten, zusammenkommen, um neue Signale von Zoonosen zu diskutieren und der Regierung zu berichten, wann ein Risiko für die öffentliche Gesundheit entstehen kann. Niederländische Forschungsinstitute arbeiten in verschiedenen nationalen und internationalen One-Health-Netzwerken zusammen, um die Zoonosenforschung zu stärken.

Global One Health – a new integrated approach

Authors

Fresco, L.O., Bouwstra, R.J., de Jong, M.C.M., van der Poel, W.H.M., Scholten, M.C.T., Takken, W. and the Global One Health task force of Wageningen University and Research Centre*

Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands
<http://www.wageningenur.nl/>

Executive summary

Infectious diseases, as well as non-communicable diseases in humans, animals, and plants, are inherent to life on Earth. During human history, much has been achieved in the control of diseases, leading to significant advances in human health and agricultural productivity. What we have gained with effective disease control and prevention has been of great benefit both to the developed and the developing world. However, new diseases continue to emerge and these diseases are major stumbling blocks to prosperity. As such, they are an important measure of inequality in the world: in the developing countries there are more human disease threats and fewer opportunities for trade because of the lower health status of animals and plants, compared to developed economies. The latter enjoy a better health status and have more resources to invest in disease prevention and the scientific research needed for effective disease control. However, countries are interconnected. Lowering the disease burden should be a worldwide goal, and requires us to further improve our approach towards managing diseases. This is a challenge, as even preventing an increase of the current disease burden requires a considerable effort because new problems continue to emerge. Moreover, considering today's highly interactive global linkages, it is not enough to deal with single issues for single diseases. Clearly, a systems approach is called for, in which complex systems are studied within various disciplines and at various scales. Hence, we need to consider important interactions between, for example, human and animal diseases, the environment and human diseases, domestic animal and wildlife diseases, social changes and disease burden,

economic development and diseases, and trade and diseases. These interactions have gained cognition in the current One Health Concept and Global Health Concept. We propose a wider approach, namely **Global One Health** (GOH), to emphasize the interdependence of human health with the health of animals, plants and sustainable ecosystems from a global perspective. True prosperity and security will only be reached if we weigh all possible effects of interventions on the health of humans, animals, plants and the environment, while taking global ecosystem sustainability into account. The GOH approach uses multiple disciplines to seek transnational solutions for improving the health of humans, animals and plants, and ultimately, the sustainability of the ecosystems of planet Earth. This paper outlines the principal components that contribute to Global One Health, and provides a platform for developing a systems approach through which policy and science can be developed for global one health.

*This opinion paper reflects the work of a task force “Global One Health” at Wageningen University and Research Centre. Members are: the authors and Bras, H.A.J., Brouwer, I.D., de Boer, W.F., Hogeveen, H., Koelen, M.A., Koenraadt, C.J.M., van Oers, M.M., Prins, H.H.T., van der Geest, A.H.M., van Ginkel, L.A., van der Werf, W., Vaandrager, H.W., van ‘t Veer, P., Zwietering, M.H.

Introduction

In the 20th century, many infectious diseases in humans, farmed animals (including fish and shellfish), and plants were successfully controlled through the discovery of new drugs and pesticides, food hygiene, sanitary improvements and better nutritional status. People living in the advanced and industrialized (OECD) countries benefited most from these developments, while those living in poorer countries continued to be exposed to many high-impact infectious diseases as well as lack of clean drinking water and good sanitation. The green revolution, aided by the intensive use of fungicides and insecticides, increased the world agricultural production to an extent that, on average, all inhabitants on earth can be fed sufficiently in terms of calories. However, other inequalities in health have become apparent, with the developed economies being mainly exposed to non-communicable diseases associated with wealth, and lesser developed societies (mostly) with communicable diseases linked to poverty and, increasingly, also to non-communicable diseases resulting from the spread of high-fat and energy-dense food for relatively low prices, the ‘global nutrition transition’ (Popkin et al. 2012).

In developed economies, where infectious diseases have been eliminated or are managed by medical interventions such as vaccines and drugs, attention has shifted to emerging infectious diseases. The recent outbreak of Ebola in West Africa, for example, caused fear that the disease might affect other parts of the world and stringent measures were taken to prevent the spread of the disease (Arwady et al. 2015, Bogoch et al. 2015, Kennedy and Nisbett 2015). Continuing outbreaks of avian influenza demand attention at the medical front, but also politically as this is an example of an emerging disease that could rapidly affect large parts of the global society (Sundstrom et al. 2014, Watanabe et al. 2014). These examples demonstrate that modern society needs to stay alert to the risk of emergence of diseases that require rapid responses to limit their impact.

Greater food availability, due in part to the control of pathogens in domesticated plants and animals, has contributed to improved health. It has been argued that a reduction of communicable diseases will lead to less poverty and fewer poverty-

related diseases on the one hand, and to an increased prevalence of non-communicable disease on the other (Murray and Lopez 2013). Although impressive progress in disease control has been made, infectious and chronic diseases continue to affect societies and need to be dealt with in order to achieve the health-for-all objective as outlined in the UN Millennium Development Goals and the soon to be adopted Sustainable Development Goals. Furthermore, the importance of healthy, well-functioning ecosystems for human well-being has been widely recognized since the Millennium Ecosystem Assessment. The goal of having healthy people in a healthy environment requires an integrated approach, including not only health specialists, but also ecologists, nutritionists, sociologists and economists, etc. This position paper outlines how this can be accomplished and launches a novel approach termed Global One Health, as an extension of previous approaches around Global Health and One Health.

The One Health concept

The idea that human, animal and environmental health are linked goes back to very old times. The Greek physician Hippocrates (460 - 370 BCE) in his text "On Airs, Waters, and Places" already promoted the concept that public health depended on a clean environment. The great discoveries in the 16th century and evolving international trade not only introduced spices, potatoes and tomatoes to the European food culture, they simultaneously highlighted the importance of fruits and vegetables in preventing scurvy (long before vitamin C was known) during the long overseas journeys and the endemic food-related micronutrient deficiencies in tropical countries (B1, niacin, others). Along with the sailors, measles travelled to the Americas, while syphilis was introduced into Europe (Wolfe et al. 2007). Similarly, animal pests entered Europe (e.g., rinderpest in the Netherlands in the 18th century). At the local level, the intimate relationship between societal and environmental ecosystem and health was evident, for example from the water supply system being a source of exposure to the as yet undiscovered cholera bacterium (Cameron and Jones 1983). The term One Medicine was apparently coined by Calvin Schwabe (1927-2006), an American veterinarian who wrote extensively about the relationship between animal and human diseases (Schwabe 1968), which is one of the bases of the One Medicine concept.

The modern age wake-up call that human and animal health have to be seen in conjunction came with the outbreak of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). It was clear from comparative pathology that the sheep disease scrapie and the human variant Creutzfeldt-Jacobs Disease (vCJD) were similar. However, the risk of transmission between individuals of one species and between individuals of different species was (and still is) not well understood. Nevertheless, it was very soon decided that transmission between cattle was due to meat and bone meal in cattle feed (Wilesmith et al. 1988). Initially, the risks to humans were considered to be negligible. However, this turned out to be not entirely correct, as the BSE epidemic gave rise to several hundred variant CJD cases, which are now considered to have been caused by BSE exposure. This resulted in European governments and the EU looking again into which is the responsible authority for initiating and conducting risk assessment and risk management of those diseases that affect both humans and animals. Ultimately, the BSE crisis created conditions for the foundation of a common European Food Safety Authority in 2002 (Budka 2011). It also drew attention, for the first time, to the complexities of the food chain supporting meat production. The One Health concept was further embraced around 2004, at a time when it was feared that the highly pathogenic H5N1 avian influenza could cause a pandemic.

One Health recognizes that humans do not exist in isolation, but are part of a larger whole, a living ecosystem, and that activities of each member affect the others. Whereas One Medicine historically implied linkages between veterinary and human medicine, One Health considers health as a whole: the humans, animals, plants and the environment with which they interact. Nowadays, the expression One Health has been adopted by epidemiologists, physicians and veterinarians and also by wildlife specialists, environmentalists, anthropologists, economists and sociologists, among others, and also by international organizations working on the control of zoonoses such as the World Health Organization (WHO), the Food and Agriculture Organization (FAO) and the World Organization for Animal Health (OIE) as well. With the broader involvement of people and institutions promoting health through interdisciplinary study and action, many different definitions of “One Health” have come into use. Most of these definitions fit rather well with the one published by the One Health Commission (www.onehealthcommission.org): “One Health is the collaborative effort of multiple health science professions, together with their related

disciplines and institutions – working locally, nationally, and globally – to attain optimal health for people, domestic animals, wildlife, plants, and our environment”.

The Global Health concept

In contrast to One Health, Global Health is a relatively new concept in medicine. The first article with “global health” in the title was published in 1966 (Niblett 1966), addressing global health factors affecting the Canadian mobile forces. The upsurge in global health research starts in the 21st century, with 1250 articles published in 2010 (Marušić 2013).

The concept of global health has evolved during the past 50 years from a narrow view of ecologically and geographically restricted health challenges to a broad and comprehensive approach to health in the world as a whole. The term global health has replaced such earlier terms as international health and tropical medicine. Tropical medicine developed in the late 19th and early 20th centuries, an era when many countries of the southern hemisphere were colonized by countries of the northern hemisphere. It focused on diseases associated with warm climates. To prevent and treat these diseases, training in tropical medicine became a priority in preparing northern professionals for overseas service. Infectious and parasitic diseases, maternal and child health, and nutrition were the most common components of these early international health efforts (De Cock 2011). There are several definitions of global health currently available. The definition of Koplan et al. (2009), is widely used:

“Global health is an area of study, research, and practice that places a priority on improving health and achieving equity in health for all people worldwide. Global health emphasizes transnational health issues, determinants, and solutions; involves many disciplines within and beyond the health sciences and promotes interdisciplinary collaboration; and is a synthesis of population-based prevention with individual-level clinical care”.

Global health as defined by Koplan et al. (2009) broadens the agenda internationally and considers health at the global level. For example, it includes strengthening and supporting the systems required to implement health interventions as well as mechanisms for coordinating public health activities. It includes health education and

prevention and extends to overseeing clinical at local level. Global health recognizes the reality of globalization and prioritizes public health challenges that transcend individual country boundaries and require collective action, such as threats from infectious agents like HIV, but also from environmental and climate change, rapid and widespread urbanization, and changes in socioeconomic conditions, diet, and lifestyles. Global health is guided by epidemiological science and has as core values concepts of justice, decency, human rights, and health equity. It also recognizes the overwhelming relevance and importance of policy, politics, and diplomacy (De Cock 2011).

Examples of complex health problems and the lessons learnt

The complexity of human, animal and ecosystem interactions can best be understood by reviewing a number of recent high profile health cases and the lessons that could be drawn from them for an integrated approach.

Influenza A H5N1

Avian Influenza (AI) can be transmitted to a wide variety of host species. Especially the transmission to and from wild birds, farmed poultry and humans is important. Wild birds, particularly migratory water birds, form a natural reservoir of AI viruses. They pose a special risk for introduction of AI viruses of all subtypes to poultry. AI virus infections in reservoir hosts are usually asymptomatic. In poultry, AI normally causes only mild or no disease. Low pathogenic avian influenza viruses (LPAI) of the H5 and H7 subtypes have the potential to mutate to highly pathogenic avian influenza viruses (HPAI) and are therefore notifiable to the OIE. Avian influenza is a zoonotic disease and past influenza pandemics were caused by viruses that were at least partly derived from AI viruses. One particular lineage of Influenza A H5N1 has been observed to circulate the globe since it was first observed in May 1997 in Hong Kong (Claas et al. 1998). It circulates mainly as a highly pathogenic avian influenza (HPAI) strain among poultry, but it is also seen as a HPAI in wild birds (which was only observed once before), and as a virus that causes infections and a high case mortality rate in humans (which was never observed before to this extent).

As there have been severe human cases, AI control in poultry by (local) eradication or mitigation is required. In Europe the virus has been eradicated in poultry by strict measures, and several countries where the strain is endemic have attempted vaccination (e.g., Indonesia, Egypt and Vietnam). Vaccination is now considered to have only a mitigating effect and it does not lead to eradication. Also, it has to be noted that a descendant of the aforementioned H5N1, a lineage of HPAI H5N8, has started its global spread from South-Korea and has been observed in Europe, Japan and North America. This H5N8 lineage is not as pathogenic for humans as H5N1 but it again occurs as a HPAI in wild birds (Kim et al. 2015).

This epidemic was managed by applying an eradication strategy imposed by the Special Administrative Region (SAR) of Hong Kong. This strategy was not followed by mainland China and thus there was a system in place to test imported live poultry to prevent reintroduction into the SAR. Europe likewise adopted an eradication strategy, but as introductions in each country most probably originate from migratory birds, prevention of introduction is difficult. Consequently, we now see that the descendant strain H5N8 was introduced into several European countries, Japan and North America. Countries in Asia (e.g., Indonesia) and Africa have not been able to eradicate the virus and have resorted to vaccination.

Malaria

The estimated number of yearly malaria cases worldwide is 198 million, with 584,000 deaths (WHO 2014a), which is of another order of magnitude than for example vCJD, human cases of H5N1, or Ebola, although the latter diseases often receive much more attention. Malaria is a disease that occurs as an acute or recurrent fever and it was already known in ancient times. In those days, e.g., the period of the Roman empire it was associated with bad air and marshlands. Until the discovery of the parasite and the role of mosquitoes in its transmission (Ross 1897), effective malaria control was not possible and the disease has claimed millions of lives of people worldwide. Since then, with the development of effective drugs and preventive measures, significant advances have been made in malaria control, leading to the eradication of the disease from temperate industrialized countries. In (sub)tropical countries, however, the disease continues to pose a huge burden on human health.

The recent successes in malaria control were achieved with a high dependency on insecticides, applied as indoor residual spray or impregnated onto bed nets (WHO 2014a). However, the continuous selection pressure placed on the mosquitoes by exposure to these insecticides has caused large-scale resistance (Ranson et al. 2011, Wang et al. 2013), threatening the advances made. This requires urgent attention, for example by developing integrated vector management strategies that are based on non-insecticidal tools such as biological agents, water management and behavioral manipulation (Chanda et al. 2008, van den Berg and Takken 2009). With such an integrated approach, insecticides can continue to be used for malaria vector control, but at a much reduced scale, delaying the onset of further resistance (Takken and Knols 2009, Thomas et al. 2012).

While malaria on its own often causes severe disease, leading to mortality or lasting impairments, the disease is much aggravated by iron deficiencies. Iron deficiency often co-exists with infectious diseases such as malaria. Iron deficiency and iron deficiency-anemia are estimated to be the most widespread of all nutritional deficiencies and, as a consequence, iron is probably the most widely administered of all compounds both through preventive campaigns involving mass administration and by individual prescription (Prentice 2008). However observations in affected populations suggest that optimizing iron status may involve a very delicate balance: a deficit of iron will impair host-function (including immunity), but an excess may favor the growth and pathogenicity of microorganisms such as those causing malaria (Doherty et al. 2002).

For malaria, complex vector-parasite-host relationships exist, and these are influenced by the ecology, genetics and behavior of various vector species and parasites, and are influenced by environmental factors that operate over a range of spatial and temporal scales (White et al. 2014). This is one of the reasons that malaria is still abundant and difficult to eradicate despite enormous efforts.

It is hypothesized that ill health due to malnutrition and/or infectious disease impacts on the labor productivity of women especially, as they not only are in poor health themselves, but often need to care for sick children. Hence, iron deficiency and malaria are associated with reduced work capacity (Haas and Brownlie 2001), but the impact on time use, and agricultural production as a result of integrated interventions

that lead to better nutrition and less malaria are not well understood (Zhang and van den Berg 2013).

Food-borne toxins

A large outbreak of the hemolytic-uremic syndrome caused by Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* O104:H4 bacteria occurred in Germany in May 2011. Soon, epidemiological field studies suggested that fresh vegetables were the source of infection but it took more than a month before an organic farm producing sprouted seeds was identified as the source of the outbreak. Fenugreek sprouts acted as a transmission vehicle and had been widely consumed in the outbreak area at the time of the epidemic. Close to 4000 people developed a clinical illness characterized by bloody diarrhea, with a high frequency of serious complications, including hemolytic-uremic syndrome (HUS). More than 50 people died of the infection. In June 2011 the German Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (Federal Institute for Risk Assessment, German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection), reported that the outbreak was caused by an entero-aggregative *E. coli* (EAEC) strain that had acquired the genes to produce Shiga toxins, present in sprouts of fenugreek (*Trigonella foenum greacum*), a kind of bean (Fabaceae). Seeds of fenugreek imported from Egypt were most likely the source of the outbreak. In the meantime, the suggestion that fresh vegetables could be the cause of the outbreak led to a ban on cucumbers by consumers. This had huge consequences for trade and indirectly for individual farmers. The case shows the enormous effects of early findings brought into the media. As a precautionary principle it is important to communicate all information as soon as it becomes available although this information may later be shown not to be “correct”. Tracking and tracing is important but may need more time than it initially seems. Entero-aggregative *E. coli* (EAEC) strains present on fresh vegetables such as sprouts can acquire the genes from STECs to produce Shiga toxins. Shiga toxin is released by decaying bacteria in the gut, migrates through the intestinal barrier and is transported via the blood to the target organs, such as the kidney. Treatment and prevention options include antibody and antibiotic treatment and probiotics, although not undoubtedly proven effective. Thorough cooking of foods and hand washing are the main preventive measures. In most of the Shiga toxin outbreaks associated with the consumption of sprouted

seeds, the seed appeared to be the origin of the contamination. As seeds sold for sprouting are often sold as seed mixes and cross-contamination cannot be excluded, consumers are sometimes advised not to grow sprouts for their own consumption, and preferably not to eat sprouts or sprouted seeds unless they have been cooked thoroughly. As some of these vegetables are eaten raw, the latter is not really an option. Therefore microbiological tests should also be carried out on seeds. However, negative test results have been shown not to provide a full guarantee. Moreover, sprouted seeds of beans, radish, alfalfa and fenugreek etc. may be used in the kitchen at the same time, making it more difficult to trace back the origin of a contamination.

Obesity and diabetes

The risk of non-communicable diseases such as cardiovascular diseases, diabetes, osteoarthritis and cancers increases with overweight and obesity. Changes in diet, caused by the increased availability of energy-dense foods alongside lower levels of occupational and other physical activities, have resulted in a worldwide epidemic of obesity and diabetes. Diabetes risk increases exponentially with increasing Body Mass Index (BMI). The diagnosis of type 2 diabetes at a young age results in many developing micro- and macrovascular complications. Overweight ($\text{BMI} \geq 25$) and obesity ($\text{BMI} \geq 30$) are defined as abnormal or excessive fat accumulation that may impair health (WHO 2000).

Overweight and obesity are linked to more deaths worldwide than low weight, and most of the world's population live in countries in which excess weight and obesity kill more people than underweight does (this includes all high-income and most middle-income countries). The worldwide prevalence of obesity more than doubled between 1980 and 2014 (Harvard School of Public Health 2014). Many low- and middle-income countries are facing a "double burden" of disease. While they continue to deal with the problems of infectious disease and under-nutrition, they are experiencing a rapid increase in risk factors for non-communicable diseases such as obesity and overweight, particularly in urban settings (Boutayeb 2006). Although obesity is a risk factor for developing diabetes type 2, it is not the sole cause of this condition. Therefore, alternatives to preventing diabetes 2 should be investigated, for example via drug treatments (Knowler 2002).

Elaborating present and future linkages between ecosystems, food chains, and plant, animal and human health

Health and Global Change

Historically, many infectious diseases have their roots in natural aquatic or terrestrial ecosystems, where interaction between biotic and abiotic factors has led to the emergence and transmission of often-deadly diseases of man and animals. Global changes such as caused by deforestation, anthropogenic encroachment into forest zones, environmental pollution, and climate change increasingly lead to outbreaks of “new” diseases as well as allow “ancient” scourges such as leishmaniasis, malaria and TB to thrive (McMichael and Lindgren 2011). The rapid urbanization of the world, with ultimately the vast majority of the population living in cities, and increases in human population densities, has created additional and unparalleled health problems. In tropical and subtropical countries, mega-cities lead to new opportunities for infectious disease outbreaks, aggravated by unhealthy environmental conditions from pesticides, insufficient sewerage and polluted air (Semenza and Menne 2009, Kovats et al. 2014). In many climate zones, burning of fossil fuels as well as car exhausts cause new health risks for the urban population. The depopulation of the countryside in certain parts of the world leads to denser vegetation and increased numbers of wildlife, which may be followed by higher burdens of infectious disease vectors (mosquitoes, ticks, midges etc.) (Cutler et al. 2010). Risks of animal and human diseases can thereby increase as well. To understand the impact of these changes, we need to consider in a comprehensive way the various aspects that contribute to changes in health risk.

Emerging infectious diseases

An emerging infectious disease can be defined as “a pathogen that is newly recognized or newly evolved, or that has occurred previously but shows an increase in incidence or expansion in geographical, host or vector range”. Emerging infectious diseases are caused by newly identified species or strains (e.g., MERS and SARS CoV, AIDS) (Fauci 2005), that may have evolved from a known infection (e.g., influenza) or spread to a new population (e.g., West Nile virus) or to an area

undergoing ecologic transformation (e.g., tick-borne encephalitis). Emerging infections account for at least 12% of all human pathogens (Taylor et al. 2001) and emerging infectious disease events are dominated by zoonoses (60.3%), the majority of these originating from wildlife (Jones et al. 2008).

EBOLA OUTBREAK AND GLOBAL ONE HEALTH

In 2014, an Ebola virus outbreak occurred for the first time in West Africa, where it caused an epidemic of epic proportions. The index case was located in south-east Guinea. Because the local authorities were not aware of the seriousness of a highly contagious and fatal disease such as Ebola, the disease spread rapidly, affecting large parts of Guinea, but also neighboring Sierra Leone and Liberia (Arwady et al. 2015). Eventually, more than 26,628 people became infected, of which 11,020 died. In April 2015, Liberia was officially declared free of the disease, but cases continued to occur in Sierra Leone and Guinea (<http://apps.who.int/ebola/en/ebola-situation-reports>; 13 May 2015)

Health authorities in the affected region were unable to control the disease, and a huge international effort was initiated to assist with medical as well as logistical staff. By September 2014, these efforts resulted in a prevention of further spread of the epidemic, eventually leading to a situation in which the disease was no longer considered a threat to global one health.

This Ebola outbreak should be considered as the emergence of an infectious disease that went out of control. Indeed, several cases of the disease were diagnosed outside of Africa, where they caused much concern among the general public as well as governments.

Was the 2014 Ebola epidemic a threat to global one health? Given the high virulence of the virus, with a case fatality rate of 42%, any region that is unprepared for such an infection may have suffered a disease incidence similar to that in West Africa. On the other hand, the stringent international preventive measures, with quarantine facilities for patients, would likely have led to a rapid extinction of the disease. The disease caused so many victims because there was no effective treatment or vaccine available and local authorities were unprepared to rapidly and effectively inform the local population about how to handle sick and deceased individuals so that these could be placed in quarantine. The lessons learnt from this epidemic clearly demonstrate that a) the world was unprepared for an outbreak at this scale; b) effective treatment and vaccine were not available and c) the international bodies that could have coordinated the control of the epidemic were late in responding effectively.

At the start of the 20th century, infectious diseases were the principal cause of death in human societies. The discovery of micro-organisms, development of disease epidemiology and the introduction of public health measures such as piped drinking water and controlled sewage systems have caused an unprecedented reduction in morbidity and mortality, especially in industrialized countries. Better food hygiene and, for example, pasteurization of raw products such as milk have also reduced the spread of infectious diseases. Scientific advances in pharmacology and immunology produced drugs, in particular antibiotics, that could be used for the effective control and/or prevention of many infections and infectious diseases. Global introduction of synthetic antimalarial drugs such as chloroquin (Resochin®) allowed malaria in North America, Europe and Australia to be eliminated, as well as significantly reducing malaria in tropical countries. The discovery of penicillin has been hailed as perhaps the most significant contribution to global health. Vaccines against poliomyelitis, smallpox, measles and other viral diseases have saved millions of lives, and even led to a global eradication of smallpox in humans and rinderpest in cattle. With the introduction of the expanded program of immunization by UNICEF in 1974, children in countries all over the world were ensured of a safer life (Henderson 1984, Duclos et al. 2009) and it seemed that health for all could be attainable within one generation. Indeed, it was predicted that infectious diseases could be effectively conquered so that they would no longer pose a burden on human societies. Although there are indications that humans are winning the war on infectious diseases (Behrman et al. 2009), the two leading diseases in humans still are infectious diseases – lower respiratory infections and diarrheal diseases (Lopez and Mathers 2006).

In the final decade of the 20th century, however, following a series of unprecedented events, this earlier optimism turned into concern. In the late 1990s, outbreaks of cholera, a disease that can be well controlled with antibiotics and proper public health measures, were recorded in several tropical countries. In Peru, these outbreaks were associated with pollution of the coastal seawater, which was rich in organic waste from the mega-city of Lima (Jutla et al. 2013). In Zimbabwe, thousands of people suffered from cholera resulting from inadequate health care and poor maintenance of the water supply system (Ahmed et al. 2011). More recently, the dramatic earthquake

in Haiti caused the loss of the public health infrastructure, including provision of safe drinking water and sanitation, leading to one of the largest outbreaks of cholera in modern history.

Hence, many of the “emerging” infectious diseases have in fact not recently been discovered, but have been around for many centuries and should be considered as re-emergence of diseases that were controlled several decades ago. These include Q-fever (the Netherlands, 2007-2009), measles (the Netherlands, 2013), TB (global), antibiotic resistant microbes (ARM) especially in health care settings but also in the wider community (Knol et al. 2013). Other infectious diseases are emerging from hitherto limited areas of distribution and spreading into other global regions. Many emerging diseases are vector-borne, such as dengue, West Nile virus, Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF), tick-borne encephalitis (TBE) and chikungunya. A third group are novel infectious diseases often with a wildlife origin such as SARS, MERS, HIV-AIDS, Usutu virus, EHEC and Ebola (Raj et al. 2014). The livestock industry has also experienced outbreaks of newly emerged infectious diseases, which include bovine spongiform encephalopathy (BSE, causing vCJD in humans), Porcine Respiratory Reproduction Syndrome virus (PRRSV), bluetongue, Schmallenberg virus and several variants of influenza A, such as the H5N1 high pathogenic avian influenza (H5N1 HPAI) lineage, which caused many human influenza fatalities worldwide, and the H1N1 reassortant influenza virus that has caused a human pandemic. Likewise, many well-known infectious diseases of animals have continued to cause problems, for example classical swine fever, African swine fever, foot and mouth disease virus, *Mycobacterium bovis*, *Brucella abortus*, *Neospora caninum*, and virulent BVDV strains. The latter have huge economic consequences and affect national and international trade (Koenraadt et al. 2014).

It should be noted that certain diseases are not specifically emerging or are not appearing as major outbreaks, and therefore receive less attention, although they are still very relevant to public health. Emerging issues, outbreaks and new diseases often draw significant attention, and may also cause public health impacts, and even create widespread panic as in the case of Ebola. More dispersed disease outcomes and old foes receive less attention and create less fear, but can still represent a large public health burden.

Health and climate change

Recent predictions of climate change suggest an average increase in global temperature between 0.5 and 2.5°C, depending on the latitude, and large variations in precipitation, causing flooding and/or drought (Pachauri and al. 2014). These climate changes are predicted to lead to significant impacts on ecosystems, in particular vegetation structure and composition of floral and faunal communities. Poikilothermic species such as micro-organisms and invertebrates, including insect (pest) populations as well as predators of plant pathogens, are likely to be most affected (Myers and Patz 2009). As animal, human and plant health are all affected by abiotic factors such as temperature and rainfall, climate change is expected to cause significant changes in health: plant pests and diseases can proliferate under increased temperatures, arthropod vectors of infectious disease express higher vector competence and hence are better vectors and may increase survival, and vectors of livestock diseases such as bluetongue can expand their distribution range and/or phenology because of more favorable environmental conditions. Increased rainfall can cause catastrophic flooding, which may trigger microbial diseases such as cholera to erupt readily in otherwise weakened human populations. Water accumulation resulting from excessive rain may lead to increased malaria risk because mosquitoes benefit from the extended water bodies. Warming of the oceans due to global change may increase the risk of microbial diseases that are associated with polluted water, especially in countries that are prone to periodic flooding or subject to the effects of sea-level rise (Rose et al. 2001). Wildlife diseases, as with human and livestock disease, may be equally affected by climate change as pathogen-associated vectors thrive better at higher temperatures (Acevedo-Whitehouse and Duffus 2009, Billinis 2013). Furthermore, higher temperatures and humidity may be conducive to food-borne diseases, especially in poor tropical countries.

Urbanization and overpopulation

Global population growth and associated development has led to an unprecedented expansion of urbanized areas as well as the emergence of mega-cities such as São Paulo, Mexico City, Cairo, Jakarta and Beijing. In some countries the expansion of these cities occurs with little or no planning, leading to conditions in which many

people end up living in huge urban slums. These are characterized by poor housing, inadequate sanitation and unsafe provision of drinking water. In combination, these conditions are a recipe for disease outbreaks (Guerrant and Blackwood 1999, Kovats et al. 2014). For example, poor sanitation and unplanned human waste deposits are a haven for disease-carrying rodents, reservoirs of leptospirosis, hantavirus, *Salmonella* and *Campylobacter* spp., for example (Meerburg and Kijlstra 2007). In the tropics, human and animal waste is also an excellent substrate for the development of synanthropic flies, which may carry bacteria causing trachoma, a serious eye disease (Emerson et al. 2001, Tian et al. 2015). Tropical mega-cities often harbor vegetable gardens where crops are grown to be sold on urban markets. Apart from the heavy use of pesticides and associated health risks posed by these chemicals, water storage tanks and irrigation ditches serve as the nurseries for mosquitoes, resulting in urban malaria and filariasis (Donnelly et al. 2005, Klinkenberg et al. 2008), an issue compounded by their use as open-air gutters and sewers. Other vector-borne diseases in urban areas are dengue and chikungunya. Indeed, both are rapidly increasing in incidence, with annually >500,000 people suffering from dengue, mostly in urban areas (Bhatt et al. 2013, Weaver 2013). Urban farms may also house livestock such as poultry and pigs. Unless strictly regulated, animal husbandry in densely-populated cities can be a main source of infectious-disease risk, for example avian influenza acquired from chickens at live markets, but also food-associated bacterial disease. This applies in particular to warm climates, where stocks of animal food and waste can be highly conducive to the introduction and the establishment of pathogenic micro-organisms (Sims and Peiris 2013). Apart from infectious disease, urban living also exposes residents to exhausts from cars and/or the burning of coal for heating. Many urban slums are situated along the edge of highways and industrial areas, where exposure to dangerous aerial pollutants is high. Climate change is expected to exacerbate this situation (McMichael and Lindgren 2011).

Health, large scale production and innovation

Modern innovations can contribute to significantly improved health and reduction of disease risks. For example, the introduction of air-conditioning has allowed for improved living conditions, also decreasing the indoor abundance of disease-carrying

insects such as mosquitoes. Pharmaceutical research, including molecular genetics, has been exploited for the discovery and development of new vaccines against a score of viral diseases. The discovery of a method to store vaccines at room temperature has significantly contributed to the success of the expanded program of immunization (EPI). Even children living in remote places can now be vaccinated safely, whereas previously they depended on expensive and logistically complex cold-chains. The use of electronic communication devices, text messaging and twitter, has caused a revolution in public health. For example, by rapid exchange of health information between program managers and health-care staff, the malaria control program in Tanzania became vastly more effective when stocks of anti-malaria drugs were monitored weekly through mobile telephone exchanges; allowing for a rapid redistribution of drugs to ensure that clinics that needed them could be adequately supplied (Zurovac et al. 2012).

Innovations in livestock production allow for scaling up the livestock industry to mega-farms, more easily meeting the protein demands of the growing global population. Gene exchange and the discovery of gene functions in livestock and fish have been used for the creation of animals with qualities that can meet increasing market demands. Animals are also used as bioreactors for the production of human medicines, for example insulin, which can be produced by bovids that have undergone selective, heritable gene insertions (Chance and Frank 1993).

Not all innovations lead to health benefits. The massive use of antibiotics in animal and human health has led to high, and sometimes, irrevocable, levels of pathogen resistance (Carbon 2000, Levy and Marshall 2004). In hospitals, the difficulty of eliminating MRSE and MRSA bacteria have caused grave concern, as increasingly, patients do not survive infection with these pathogens. Wide-scale use of antibiotics in the livestock industry has led to rapidly increased microbial resistance levels, requiring the adoption of alternative, expensive, farming methods. The use of pesticides in salmon farms has led to high resistance levels in sea lice, causing high economic costs for these farms; integrated control strategies are required that rely less on pesticides (Murray and Peeler 2005). In general, urbanization is associated with a rapidly growing demand for animal products and hence increased public health issues from antibiotics and zoonotic diseases.

Pesticides link human health to health of agro-ecosystems

Healthy and sufficient food is necessary for human health and well-being; therefore food security (sufficient food) and food safety (i.e., free of toxicants) are of great concern to governments worldwide. Most of our food is produced in agriculture, and the technologies used in food production in agriculture must be safe for workers and consumers. There is ample legislation and regulation on many aspects of the safety for human health of agricultural practices, but some level of risk to health is unavoidable (Hamilton and Crossley 2004). Such risks exist both in animal and plant production. In animal production, some of the main risks include emergence of new pathogens (or pathogen genotypes) and selection for antibiotic resistance, with downstream effects on the introduction of bacteria with resistance genes to human populations via the food chain or through farm workers. In plant production, the occurrence of toxic substances in food is of concern (D'Mello 2003). These can be of microbial origin (e.g., aflatoxin in peanuts produced by the fungus *Aspergillus flavus*, or mycotoxins produced by *Fusarium* spp. in wheat), but they can also be man-made.

Pesticides (including insecticides, fungicides, herbicides, acaricides, rodenticides, nematicides, molluscides, and bactericides) are man-made toxins that are deliberately applied in agriculture to suppress pests, diseases and weeds. The most important classes of pesticides are herbicides (49% of worldwide sales), insecticides (25%) and fungicides (22%) (Pretty 2004). Exposure to pesticides is of great concern to human health, both for workers in agriculture being exposed directly and for consumers via residues in the food or drift into the (rural or urban) environment. Pesticides also affect the health of the ecosystems in which they are used, as a result of direct exposure of biota within agricultural fields or in the wider environment of those fields, across field borders through drift or leaching, and through movement in the food chain (Pretty 2004). Currently, approximately 800 active ingredients are on the world market, and it is estimated that 2.56 billion kg of active ingredients are used yearly (Pretty 2004). The total area of cropland is 1.45 billion ha worldwide (Fischer et al. 2014) but not all of the pesticides are used on cropland, as some are used on pastures, on turf grass or around the home. The World Health Organization (WHO 2010) has distinguished four toxicity classes for pesticides according to acute toxicity to the rat, the standard test organism in toxicity studies. Many of the most toxic pesticides are insecticides. In recent decades, governments in the developed world

have banned many of the more toxic active ingredients (e.g., methyl bromide), which pose the biggest risk of acute poisoning as well as being persistent and lipid-soluble active ingredients which tend to accumulate in food chains (e.g., the insecticides DDT and dieldrin). This phasing out has greatly improved the safety of agricultural workers, consumers and ecosystems in developed countries. Nevertheless, environmental exposure to insecticides may still be pervasive, for example with the recent widespread adoption of neonicotinoids for seed treatment in agriculture (Simon-Delso et al. 2005) for which side effects are now being reported (e.g., (Hallmann et al. 2014). Pretty (2004) demonstrated that the population collapses of several species of birds of prey in the 50's, 60's and 70's was caused by bio-accumulation of lipid-soluble, persistent insecticides that worked as endocrine disruptors. While the risk of exposure of workers in agriculture to acute pesticide poisoning is nowadays small in developed countries, the risks associated with long-term exposure of consumers are more difficult to estimate, as is the cumulative effect of exposure to multiple contaminants in food produce and the environment.

In developing countries, and especially in tropical regions, highly toxic pesticides continue to be used in agriculture, exposing workers and rural communities to risks of acute poisoning. Protective clothing is often not available, not affordable, or simply too uncomfortable to wear in hot tropical climates. Moreover, workers may lack the ability to wash immediately following pesticide application. Thus, pesticides continue to pose risks to human health in developing countries where more toxic compounds are still available, and technology to apply them safely is not used. The developed world accounts for 70% of the worldwide market for pesticides but this market is no longer growing, whereas usage is growing in the developing world (Pretty 2004). Integrated pest management (IPM) is promoted as a pathway towards reducing the use of pesticides, and hence mitigating their effects on health (Radcliffe et al. 2009). IPM combines genetic resistance in plants, cultural controls, and biological control with natural enemies, and uses pesticides only as a second line of defense if needed. IPM without pesticides is difficult to achieve, though notable successes have been obtained in glasshouse agriculture (van Lenteren 2012). One of the major challenges of integrated pest management is to maintain and augment natural enemy populations, without resorting to the use of pesticides that negatively affect these enemies if biological control at some time is not effective enough. Use of pesticides

tends to negatively affect natural controls and can therefore offset a pesticide treadmill, causing lock-in in a pesticide-based model for pest management (Eveleens 1983, Hansen 1986).

Genetic modification of crop plants by expression of genes conferring resistance to pests and pathogens has been heralded as a strategy for protecting crops that is safer to workers and to the environment than the alternative of using pesticides (Shelton et al., 2002). Indeed, major reductions in pesticide usage have been recorded upon wide acceptance of resistant cotton genotypes in developing countries such as China and India, reducing farmer exposure to pesticides as well as the number of cases of farmer intoxication by pesticides (Qaim and Zilberman, 2003; Hossain et al., 2004; Huang et al., 2005; Pray et al., 2010; Qiao et al. 2012, Huang et al. 2015). News stories (e.g., in the Guardian¹) indicated that costs of GM cotton seed had driven Indian farmers to suicide; however, this news was rated as “false” by Nature magazine (Gilbert, 2013). Genetic modification of crops for insect resistance has been shown to be compatible with biological control, and has much smaller harmful side effects on the functioning of agro-ecosystems than pesticides (Romeis et al. 2008, Lu et al. 2012). However, consumers remain distrustful of the “big industry” that produces GM seed, and the public remains concerned about the safety of GM food (Andreasen, 2014; Struik, 2014). Furthermore, engineered genetic resistance against one pest may not be sufficient to take away the need for pesticides because other pest species, not susceptible to the engineered resistance, may come up and raise pesticide use to levels similar to those before adoption of GM insect-resistant crops (Lu et al. 2010), highlighting the continued need for integrated pest management rather than reliance on a single technology.

Continued efforts are therefore needed to develop agricultural production systems that rely as much as possible on genetic, cultural and ecological approaches for managing pests, diseases and weeds, in order to mitigate the risks for health of humans and ecosystems associated with the use of pesticides.

Continued efforts are therefore needed to develop agricultural production systems that rely as much as possible on genetic, cultural and ecological approaches for

¹ <http://www.theguardian.com/global-development/gallery/2014/may/05/india-cotton-suicides-farmer-deaths-gm-seeds>

managing pests, diseases and weeds, in order to mitigate the risks to human and ecosystem health associated with the use of pesticides.

Increased travel and trade

Travel and trade has always been accompanied by the accidental spread of disease. Well-known examples are the introduction of malaria and yellow fever to the Americas as a result of the slave trade (17th-18th century). The parasite (malaria) and virus (yellow fever) were most likely carried by Africans that had been sold on the slave markets which flourished along the African coast. Following several devastating epidemics, both diseases have since become endemic in South and Central America, aided by a favorable climate and the presence of competent mosquito vectors. The industrial revolution, which started in the early 19th century, was accompanied by a strong increase in global travel and trade: steamships enabled the massive and economic import and/or export of agricultural produce and other commodities over huge distances. Air travel has only led to further increases in the mass exchange of people, livestock, wildlife (e.g, pet industry) and plant and animal products across continents (Tatem et al. 2012). For example, one can travel from London via Los Angeles to Sydney in less than 24 hours, carrying any undiagnosed micro-organism, which may remain undetected until well after arrival. The latter can therefore infect many others before disease symptoms become apparent. In this way, the spread of SARS from S.E. Asia to Canada in 2002 occurred by airline travel and caused a serious epidemic in Toronto (2006). The global spread of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*, is known to be caused by the trade in used tires, which serve as reservoir of (dormant) mosquito eggs. Upon arrival on a different continent, the mosquitoes hatch, triggered by rainfall and suitable environmental conditions. *Aedes albopictus* was found to be a highly competent vector of chikungunya virus in La Reunion, where in less than one year >250,000 people became infected (Renault et al. 2007). The chikungunya virus was accidentally introduced into the Caribbean in late 2013, presumably by an undiagnosed traveler who infected resident *Aedes aegypti* mosquitoes on a Caribbean island (Conn 2014). Other examples of the introduction of exotic pathogenic organisms are the outbreak of bluetongue in Italy in 1998 (Purse et al. 2008), and its subsequent establishment in north-western Europe (Faes et al. 2013); both outbreaks were the result of separate introductions, as they

concerned different viral strains, demonstrating the potential frequency of such disease introductions. The establishment and dispersal of West Nile virus in North America was presumably caused by the arrival of an infected bird (Murray et al. 2010). It is important to note that in all cases of the introduction of a vector-borne disease such as yellow fever, dengue or bluetongue, competent vectors must already be present. In the Americas these were various *Aedes* spp., vectors of yellow fever and *Culex* spp., vectors of WNV. In Italy, the accidental introduction of the bluetongue vector *Culicoides imicola* from North Africa preceded the arrival of bluetongue virus. However, indigenous *Culicoides* spp. have since also been found to be competent for the virus, allowing virus circulation in the absence of an exotic vector species (De Liberato et al. 2005, Savini et al. 2005).

Since the first description of the H5N1 virus in S.E. Asia, this virus has made numerous incursions into Europe and North Africa (see distribution map H5N1, CDC site) and continues to be considered a serious health risk, due to its highly virulent nature. Here, dispersal of the virus appears to follow natural pathways, being transported by migratory birds.

The recent jump of African swine fever to the Russian Federation, and the rapid global spread of avian influenza show that a thorough understanding of the movement of vectors, parasites and infected hosts is required in order to understand global changes in the distribution of diseases.

Loss of biodiversity

Global changes in biodiversity as a consequence of human impact can also affect disease risk. Each species is host to a wide variety of parasites, so areas with a higher species richness (such as around the tropics) often hold more parasites (Keesing et al. 2010), or have a higher risk of emerging diseases (Jones et al. 2008). For example, 60.3% of all emerging diseases come from animal populations (Jones et al. 2008). Human impact that leads to a lower species richness, through the local extinction of species, or a lower abundance of a particular species, can therefore lead to a lower parasite richness. However this lower species richness may also increase the risk of infection for humans (Ostfeld and Keesing 2000).

The supposed buffering effect of species diversity on disease prevalence suggests a lower disease risk in areas with a higher species richness, the so-called dilution effect (Ostfeld and Keesing 2012). A potential reduction in disease risk in species-rich systems is an important ecosystem service. The dilution effect has been reported for a wide variety of diseases and hosts, for animal and plant parasites, and is based on the differences in the susceptibility of a species to a particular parasite. Human impacts that reduce species richness do not affect the different host species equally. Species that are vulnerable, such as larger species, or slowly-reproducing species, are often species that are not competent hosts, because they tend to invest in immunological responses and are well-defended; on the other hand, species that tolerate human disturbance, such as small rodent species, are often competent hosts (Huang et al. 2013). Therefore human-induced shifts in the community composition towards assemblages that hold fewer species and more competent hosts, can increase the disease risk for e.g., hanta viruses (Suzán et al. 2009), Lyme (Schmidt and Ostfeld 2001), West Nile virus (Swaddle and Calos 2008), *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd; (Venesky et al. 2014) and bovine tuberculosis. Hence, land use changes such as landscape fragmentation, pollution, species extinction, or other anthropogenic impacts can trigger cascading effects that change the disease risk of people, animals and plants. It is plausible that measurable economic benefits can be derived from biodiversity through its effect on disease risk (Bonds et al. 2012).

Waste management

The management of human and animal waste has become a growing concern due to their rapid increase in volume and the high costs incurred for safe and adequate waste disposal. In less developed countries, waste disposal is often not well organized, leaving thousands of people to earn a living by sifting through waste dumps, in search of food or saleable items. Human and animal waste constitutes a health risk because of the rich assemblage of micro-organisms that may thrive on the organic contents of the waste. For example, more than 150 bacteria may be prevalent in waste dumps, and are the cause of dysentery or other diarrheal disease (Gerba and Smith 2005). Disease-carrying rodents are commonly present in these habitats as well, contributing to additional health risks for those frequenting them (Hamer 2003).

Health and other socio-economic changes

The health effects of global change will vary between countries. Adverse health effects of infectious diseases or environmental/climate changes are much more likely in low-income countries and vulnerable subpopulations. Health risks are commonly associated with poverty, such as low body weight, unsafe water, and poor sanitation and hygiene. Reports on infectious diseases show that poverty and inequality create conditions for the transmission of infectious diseases. Poverty contributes to differential exposure and susceptibility to infectious disease, as well as access to care and treatment once exposure occurs (Quinn and Kumar 2014). Clearly, social class affects people's level of exposure to health-damaging factors and their ability to cope. These disparities may well increase in the coming decades, not only because of regional differences, but also because of exacerbations of differentials in economic conditions, levels of social and human capital, political power, and local environmental dependency (McMichael et al. 2008). Good health enables people to participate in education, on the labor market and in society in general, with potentially positive consequences for the economic performance of countries (Marmot and Commission on Social Determinants of Health 2007).

Although not all governments perceive inequalities in wealth and health to be something the public sector can or should address, all governments are interested in improving economic growth. The evidence base to support the wealth-creating potential of improved health is far less substantial than the evidence relating poor health to poverty. Put differently, the causal links between poverty and health run in both directions and poverty eradication is a prerequisite to global health (Leon et al. 2001).

Nutrition and Health

Since the end of the last century, awareness has been growing of the intricate links between health and diet. The effects of caloric, protein, vitamin and mineral insufficiencies were long known under conditions of scarcity; kwashiorkor and overall stunting and wasting, as well as major deficiencies, were all documented early in the last century. Poverty leads to under-nutrition and disease, famine even more so.

Food insufficiency is rarely simply related to environmental stress such as drought, but generally triggered by natural disasters and displacement of populations during civil war. The latter may be caused in turn by ecological stress. While under-nutrition still is an issue for about 11% of the world population, and mineral and vitamin deficiencies for double that number, we increasingly see the emergency of patterns of abundant high calorie nutrition, even in the poorest countries. The complex effects of diets in middle and affluent classes are only being gradually understood. Globalization, urbanization and large-scale food production have led to an unprecedented access to relatively cheap food that is abundantly available at nearly every street corner. In combination with the decline of manual labor and advent of motorized transportation, this has favored unbalanced diets with high intakes of fatty acids, sugar and salt. Nearly without exception, the middle classes now tend to live in obesogenic environments that promote the imbalance between energy intake and expenditure. Urban environments without green zones, safe walking spaces and sport facilities on the one hand and fast food outlets on the other are both a symptom and a cause of drastic changes in living conditions.

Notwithstanding the lengthy intercontinental food chains, on average food has become safer in terms of pathogen loads and contamination with heavy metals or chemical residues, because of the enforcement of strict international food safety and hygiene standards and fraud control. Nevertheless, in poorer countries industrial water and air pollution, the quality of slaughterhouses and irrigation leave much to be desired and food adulteration is a recurrent phenomenon. Small-scale food production in urban slums continues to be a source of serious disease risk. The rapidly rising demand for animal proteins has led to pressure being placed on natural ecosystems through feed production and fish and shellfish farming, increased zoonotic risks, the use of excess antibiotics and bio-chemicals and pathogen infections from slurry. Agricultural and food storage systems, while contributing to food abundance and lower prices that benefit the urban poor, are in themselves a source of multiple health risks.

Energy and micronutrient deficiencies and risks to infectious diseases are still dominant in emerging economies, and excess energy nutrition together with deficiencies in hard-to-reach groups and the elderly prevail in affluent and ageing societies. Emerging economies are often confronted with increasing socioeconomic

and urban/rural differences in food patterns, resulting in simultaneous under-nutrition and over-nutrition, and differently affecting the burden of infectious and chronic diseases. Increasingly, preventing the adverse effects of macronutrients (e.g., saturated fat, sugar) and micronutrients (e.g., vitamin A, folic acid), as well as high saturated fats, salt and sugar apply to the full age range of populations. Reduction to acceptable levels is expected to reduce the global burden of disease by reducing atherosclerosis, CVD, blood pressure, CVA, obesity and diabetes (Yach et al. 2004). Excess weight is an indicator of an imbalanced diet or – when the life expectancy of populations starts to increase -- as a risk factor for subsequent development of diabetes, CVD, and cancer as well as functional impairments. It has been estimated that up to 30-40% of chronic diseases can be prevented (or postponed) by a supply of high-quality foods. Ultimately, food consumption is an individual act, but the freedom of choice is restricted through lack of knowledge, individual purchasing power and accessibility.

The Global One Health approach

Infectious and non-communicable diseases continue to pose a huge burden on societies worldwide. Until recently, disease prevention and control were usually organized from a single disease perspective, through hygienic measures such as installation of tap water and sewage collection, as well as by the provision of drugs, vaccines or insect control (in the case of a vector-borne disease). Better nutrition promoted significant gains in general health and disease resistance. In many countries, these measures led to significant improvements in health, but were followed by the emergence of non-communicable diseases, requiring a new approach to public health. Elsewhere, however, infectious disease is still highly prevalent, while here too, non-communicable diseases are on the rise. Past experience proves that it is not enough to deal with single issues for single diseases but it is better to use a systems approach, in which complex systems are studied within various disciplines at various scales. In our Global One Health approach, the cause of poor health is not only considered from a bio-medical angle, but also in connection with the natural environment and the anthropogenic influences upon it.

DEFINITION OF GLOBAL ONE HEALTH (GOH)

Global one health is the combined effort of multiple disciplines to improve the health of humans, animals and plants within sustainable ecosystems at global level by using an integrated systems approach to come to transnational and global policy, research and practices.

Many determinants of Global One Health are shaped by the diversity of animal and plant species of the world's ecosystems. For example, evolutionary processes have led to a rich diversity of animal and plant species, including pathogenic micro-organisms. Climate and geography affect the growth of species by providing abiotic and biotic conditions in which species can thrive. Anthropogenic activities have led to the selection and cultivation of food crops, which in turn provide nutrients for humans, and have led to economic diversification of human societies, including food-borne diseases. Health, as shaped by a safe and secure food supply, suitable climate and stable economy, is often compromised by the emergence of pathogenic organisms, which can affect food security (outbreaks of plant and animal diseases), as well as the stability of human societies (deaths caused by virulent pathogens). The many determinants that affect Global One Health thus interact dynamically: the temporal imbalance of one factor can trigger a cascade of effects that lead to highly undesirable, often insufferable, health situations at local, regional and even continental scale (Figure 1). A thorough understanding of the factors that contribute to Global One Health is therefore essential so that adequate and effective policies can be devised, aimed at the prevention of health imbalances and leading to a safer, healthier world.

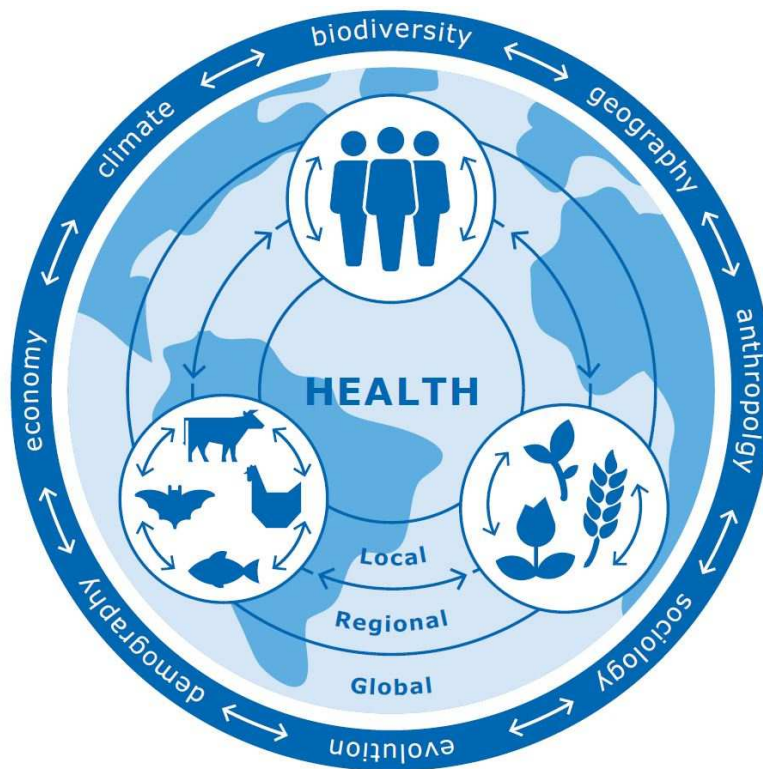


Figure 1 – Determinants of Global One Health and their interactions

Natural, agricultural and social ecosystems

Ecosystems, defined as the community of living organisms (plants, animals and microbes) interacting with the non-living components of their environment (air, water and mineral soil) are controlled both by external factors of which climate is the most important, and internal factors (Schulze and Mooney 1994). Energy from the sun enters ecosystems through photosynthesis. Other external factors include time and potential living organisms. The different components of an ecosystem are linked together through nutrient cycles and the energy flows within networks of interactions among organisms, and between organisms and their environment. Living organisms such as animals play an important role in the movement of matter and energy: Animals may feed on plants and influence the quantity of microbial biomass and the circulation of microorganisms. Whereas resource inputs are generally controlled by external processes of the ecosystem such as climate, internal factors such as decomposition, species competition or shading influence the availability of resources within the ecosystem. Humans are part of the ecosystem in which they live, but their combined influence is large enough to modify external factors such as climate.

Humans may modify ecosystems for their own benefit: terrestrial (farms, pastures, gardens and urbanized areas) or aquatic (fish tanks, dams, and man-made ponds). Demographic pressure and rising income lead to greater demands on agriculture, animal husbandry, land use and wildlife, affecting the interactions between humans and animals, plants and other organisms in the ecosystem (Tylianakis et al. 2008). Mitigations within one smaller (artificial) ecosystem may influence a larger ecosystem. For example, inactivation of microorganisms in organic waste to reduce human exposure to pathogens may influence composting. The widespread use of antibiotics in animal husbandry may lead to microbial resistance against common antibiotics, causing severe risks to human health (Pruden et al. 2013). However, to study antibiotic resistance microbes (ARM), we need to look at all sources of ARM and all the ways microbes are exposed to antibiotics, e.g., also the natural occurrence of ARM in natural soil microbiota and the use of antibiotics in plant disease control (Kumar et al. 2005). The Global One Health approach aims to understand these interactions in a coherent way, taking into account the many different relationships within and between ecosystems, anticipating the development of interventions for overall health improvement.

Such an ecosystems approach is increasingly relevant in social health research. Social ecology is a framework for understanding the dynamic interrelations among a variety of human and environmental factors, highlighting the multidimensional structure of human environments in terms of their physical, social and cultural components at different levels, from individual to large communities (McLaren and Hawe 2005, Stokols et al. 2013). The essential role of cognitive and behavioral aspects of human-ecosystem interactions in managing health and disease prevention has been understood only recently (Ross 2013).

Systems approach

Quantification of all these variables in real systems and comparing these to the values calculated using the relationships with known starting conditions through modeling is now a common approach, and can help to identify additional variables that need to be tracked in order to answer the management questions. The advantage of this approach is that systems can be studied at different levels of integration, such as molecular, cell, tissue, organs, individuals, populations, up to

ecosystems. The current paradigm is that to understand management questions at one level, measurements and information on the previous, underlying level is necessary. With a systems approach it is always possible for key questions to go even deeper into the underlying mechanisms: for growth of crops, for example, one can study the mechanisms regulating the opening and closing of stomata.

This systems approach is now also increasingly used for managing infectious diseases in animals (Savill et al. 2007, Brooks-Pollock and Keeling 2009), humans (Anderson et al. 2004, Riley and Ferguson 2006) and plants (Cook 2000). In the case of plants, particular attention is given to the development of strategies that prolong the effectiveness of protective or curative agents against pathogens, such as fungicides, by avoiding resistance development in pathogens (e.g., van den Bosch et al. 2014a, van den Bosch et al. 2014b) or to strategies extending the useful life of plant resistance genes against pests and diseases, for instance by breeding plants with multiple resistance genes (“stacks”) or by spatial deployment at a landscape scale (Bates et al. 2005). Due to the integrative nature of systems approaches and modeling, they can help address complex multi-faceted One Health questions. The impact of proposed control measures can for example be tested under controlled conditions and evaluated when used in the field. For infectious diseases, it is important to look not only what happens with the individual who receives curative or preventive treatment, but also to non-treated conspecifics and other species in the ecosystem. The most obvious example of unintended side-effects is the use of antibiotics and the development and dissemination of antibiotic-resistant microorganisms (ARMs). Whereas for an individual patient (animal or human) it can be worthwhile to try antibiotic treatment as it can help that patient, it may be disadvantageous for public health to use a treatment that is not effective as this may lead to more ARMs. When used in production animals, antibiotics may lead to ARMs in the food chain and in the case of a hospital patient, they may lead to dissemination of the ARMs in hospital wards.

In agricultural economics, system approaches are used to model environmental issues and manage infectious (see above) and non-infectious diseases. For example, poverty may lead to undernourishment, which may be aggravated by infections which in turn also are more likely to occur under impoverished conditions and when individuals are not adequately nourished. This results in lower educational enrolment

and lower productivity on the labor market on the short term, resulting in long-term poverty, which is often handed over across generations. Because of these complicated interactions, changing one element in the system may not have the desired effects. Another example is the use of impregnated bed nets and drugs (or vaccination) in malaria to impede parasite transmission, but in a population of undernourished people the impact of that intervention may be different from the impact it had on a division of American soldiers on which the intervention was tested originally. Alternatively, trying to improve the nutritional status of a group of people may have a different impact when malnutrition is prevalent.

The Global One Health approach for infectious diseases

Infectious diseases in biological systems are dynamic: new infectious diseases will appear (e.g., HIV, Schmallenberg Virus) as all biological systems are prone to parasitization by infectious agents. Thus even if biological systems initially do not carry infectious agents, parasites can appear to utilize these systems, e.g., bacteria living in the respirator used in the operating room, HIV among sexually active humans, pathogenic *E.coli* (EHEC/EAEC) in fenugreek sprouts, BSE in cattle feed during recycling of animal waste, or white spot syndrome virus in shrimp aquaculture. Any of these new combinations of infectious agent and biological system can be seen as an emerging disease. Often these emerging pathogens lead to further problems in the onward contacts of the newly parasitized system. BSE in cattle has led to human cases with the same causative agent (then called vCJD). The emergence of the H5N1 influenza strain in poultry that became highly pathogenic in poultry has also led to a number of human cases.

Infectious diseases are also dynamic because infectious agents that are controlled, or mitigated, by interventions will develop a way to escape that control measure. We already mentioned antibiotic resistance, but the same applies to any control measure, such as in the case of vaccine escape, when new variants emerge that are no longer controlled by the vaccine applied in that population. The vaccine for whooping cough, caused by the bacteria *Bordetella pertussis*, has become less effective and fails to protect against the disease (de Melker et al. 2000). This escape from control applies to all control measures, including hygienic and biosecurity measures. From disease control in production animals it is known for example that classical swine fever virus

strains will become less virulent over the course of an epidemic because control is based on finding and slaughtering all diseased animals.

Given the dynamic nature of infectious agents, it is clear that our fight against them is an example of the Red Queen effect well known from evolutionary biology: we continuously have to develop new management methods and tools only to maintain the same health status. Every improvement, e.g., antibiotic drug or a new production system, is met with changes in the pathogen that cancel out the improvement. For example, this Red Queen race has been very well documented in plant disease management using breeding for resistance (Clay and Kover 1996, Bergelson et al. 2001). However, understanding these evolutionary processes has led to methods of slowing down the Red Queen race, for example in plant breeding by introducing more than one resistance gene, or gene stacking. Similarly, in fighting HIV a new combination therapy (called HAART) has been successful in postponing treatment failure (Finzi et al. 1997, Egger et al. 2002). The control of infectious diseases can be done in two ways. One approach is mitigation, in which preventing the clinical consequences of the infection (for the individual or the population), is the target. In that case, the infection keeps occurring in the population, usually (but not necessarily) at a lower rate. The alternative is eradication, in which at some geographical scale, transmission of the infection is stopped sufficiently so that the infectious agent disappears from that geographical unit, e.g., a hospital, a farm, or a country. Mitigation is often the first strategy, and only when the impact of the infectious disease is high and eradication seems possible is it attempted. For example ARMs are a serious problem for hospitals, especially in intensive care units; however, eradication from hospitals may be very difficult and in some countries some ARMs may be accepted as too difficult to eradicate, e.g., VRE in North America (Bonten et al. 1996). In animal husbandry, eradication of certain (zoonotic) infections may be very desirable but again in some regions and for some microorganisms this seems too difficult to achieve, e.g., *Mycobacterium bovis* in parts of the UK, Republic of Ireland, and New Zealand (Roberts 1996). On the other hand viruses such as smallpox and rinderpest have been eradicated.

Trying to reduce the clinical disease symptoms of a particular infection is often the first approach that is used and this can be sufficient when the infection does not have serious consequences. As we are dealing with infectious diseases, it follows that the

decision made on behalf of or by a single patient can have consequences for others. If the patient is an animal, this can also have consequences across species. For example, if eradication of *M. bovis* fails in one infected animal, all infected cattle have to be detected and culled to prevent infection of humans. Mitigation can be done by diagnosing infected animals or humans and treating them with antibiotics or antivirals. It can also be done by preventive treatments with antibiotics, vaccination, or hygiene measures. For example, patients can receive preventive treatment when they undergo surgery or in the case of animals when they are moved from one farm to another. Also some vaccines applied to a whole population (e.g., against *Bordetella pertussis* in humans) or to particular risk groups are only used to prevent clinical symptoms. When vaccination is only applied to a small risk group, the effect on transmission of the infectious agent will be limited due to incomplete vaccination coverage even when such a vaccine could prevent transmission. For example the vaccination of groups at risk for human influenza is not sufficient to stop transmission. There have been attempts to also motivate health care workers to get influenza vaccinations in order to prevent transmission to vulnerable patients that do not respond well to vaccination (Carman et al. 2000). Moreover, there are vaccines both in veterinary and human medicine that even with complete vaccination coverage would not stop transmission, e.g., against whooping cough and the inactivated polio vaccine in humans, PRRSV vaccines in pigs, and coccidiosis vaccines in poultry.

Mitigation is an important control strategy because it can be a way to assure peaceful coexistence of host and pathogens. Especially in plant disease control this seems to be the current opinion, and resistant plants or insecticide applications are nowadays often used on parts of the fields only. In that way, non-resistant parasitic organisms can also survive. In addition, mitigation may be cheaper than eradication because eradication requires stringent application of all control measures by all actors (for example also by backyard farmers or in highly remote areas). Finally if all countries apply the same mitigation strategy for the selected infectious disease, there are no trade consequences. An important disadvantage of this mitigation strategy, however, can be that not everyone has equal access to health care when becoming infected: e.g. *Mycobacterium tuberculosis* in homeless people, rabies in rural areas in Africa, HIV for the poor, or cholera among displaced persons. Thus as a consequence, the less privileged may suffer more when applying a mitigation strategy.

Eradication at some scale has always played an important role in control of infectious diseases. In public health, there have always been attempts to separate infected people from the general population (e.g., leper colonies in the Middle Ages) and thus obtain a population free of the infectious disease. In the case of SARS, this biosecurity strategy worked to eradicate the infection (Podder et al. 2007). Similar measures were enacted to mitigate and stop the exceptionally large outbreak of Ebola in West-Africa.

For many veterinary and plant disease problems the eradication strategy is an important option in fighting diseases. The motivation behind the establishment of a veterinary science has been the possibility to use veterinary inspection and surveillance to obtain and maintain freedom from certain infectious diseases (e.g., rinderpest). The goals are then to maintain animal (and often human) health, maintain production levels and reduce costs for disease mitigation. Also these infectious diseases play an important role in international trade. Trade restrictions can be imposed on other countries when human, animal or plant health is at stake. Thus evading trade barriers, or raising trade barriers for others, can be also reasons to eradicate a particular infectious disease. Although creating trade barriers for other countries after eradication is a legitimate use of the WTO agreements, they may also be misused when for example concerns about the risks of vaccinated animals or insects in horticulture products are considered to be exaggerated by some.

On a global scale, eradication of infectious diseases is a goal of international organizations, such as the WHO for human medicine, the FAO and OIE for veterinary medicine and the FAO for plant diseases. In the human field, global eradication of smallpox is the landmark achievement and, depending on one's definition of a successful eradication, SARS can also be added to that list. The WHO has as goal to also eradicate polio and measles, and especially the number of polio-endemic countries have been reduced dramatically. In the veterinary field the landmark achievement is the global eradication of rinderpest. The FAO has formulated the full control of foot and mouth disease (FMDV) as their target.

Clearly, eradication is often attempted when mitigation is not (yet) possible (for example in the case of Ebola) and without effective mitigation the consequences of the disease are too high to be acceptable. In animals almost all viral diseases cannot

be treated or mitigated in another way and thus eradication is often the strategy of choice. Eradication in a certain region also has the advantage that treatment is not needed and thus problems with resistance cannot occur (e.g., *Salmonella enteritidis* in poultry).

Disadvantages can be the high costs (both economic and in animal welfare) for eradication and for measures to prevent reintroduction of the disease into a geographical area or population. This can especially be the case when there are wildlife reservoirs. For example *Mycobacterium bovis* is a bacterial infection of cattle that has a very wide and diverse host range. In several places in the world it is difficult to keep cattle free of this infection because of its prevalence in wildlife (Gortazar et al. 2012). In New Zealand the wildlife host is the common brushtail possum (*Trichosurus vulpecula*) and in Ireland and United Kingdom the main wildlife host seems to be the badger (*Meles meles*).

Prevention can be undertaken both with a mitigation and with a (local) eradication strategy and is generally the preferred approach. Prevention as part of the mitigation strategy attempts to lower the chances of becoming diseased in a population not free of the pathogen by reducing transmission and increasing disease resistance. Prevention as part of the eradication strategy attempts to lower the introduction rate into free areas by hygiene and biosecurity measures. Prevention can benefit greatly from better understanding how the pathogen is transmitted.

The Global One Health approach for Non-Communicable Diseases (NCDs)

Tobacco, alcohol, foods and dietary nutrients have been established as major lifestyle-related risk factors for NCDs. The behavior governing addictive behavior such as smoking and drinking is largely determined by social class, education and the structure of the agricultural and food supply-chain. The latter is directly related to chemical and microbial food safety. Thus social determinants influence both infectious diseases as well as NCDs. Recent reports indicate that disease profiles have changed in the past decades, shifting from infectious to non-communicable diseases (WHO 2014a). This shift occurs in both rich and poor countries and in all segments of society. It is estimated by the World Health Organization that non-communicable diseases currently account for approximately 60% of the global

disease burden and trends indicate they will become even more important over the next decades (Behrman et al. 2009). For the onset and maintenance of many infectious and non-communicable diseases and conditions (e.g., diabetes, cardiovascular diseases, and malignancies), malnutrition is an important risk factor - i.e., both as under-nutrition, hidden hunger, and obesity. Obesity and the obesogenic societal environment is also clearly linked to infectious and chronic disease, leading for instance to impaired immune functions (Karlsson and Beck 2010). Thus, there is a need to confront disparities in health and nutrition simultaneously.

The global supply of foods and drinks and the production of tobacco has had an enormous impact on lifestyle. The prevalence of obesity and associated NCDs points to the imbalance in energy needs and physical activity. These imbalances are in part due to the obesogenic environment, with numerous food outlets and few incentives for physical activity, which is enabled by highly efficient agricultural and industrial production and transportation, coupled with urbanization. Modern crop and animal production practices based on fossil fuels, fertilizer and feed play a large role in anthropogenic emissions of greenhouse gases. At the same time, agriculture and food production also contribute to alternative energy sources such as biofuels, the use of sludge and the retrieval of nutrients from waste. Despite these complex and recursive causal interactions, and despite the fact that history tells us that agricultural and health care systems shape people's lifestyles, scientific research has tended to focus on smaller sub-systems, e.g., at the molecular, individual and population level rather than the study of factors and actors in the social and built-up environment. Although lower integration levels are important for the biological underpinning of causal subsystems, the prevention of NCDs requires that the complex interaction between the molecular, individual, population, and societal levels of causation also be taken into account. We must deal with the recursive interactions between the agricultural and food production with food supply and energy needs, food safety, food choice and nutrient composition, and eventually functional and physiological implications for a healthy life.

The Global One Health approach for food supply, food security and food safety

Food supply and food security are related to both infectious diseases as well as NCDs, directly through human health and indirectly through the risks associated with food production and supply. In developing economies, local and sudden or seasonal shocks in food supply and purchasing power affect child growth, risk of infectious diseases (e.g., malaria, measles) and child mortality; in affluent countries this aspect of child nutrition is largely overcome and replaced by lack of physical activity and increasing trends towards obesity. Malnutrition of pregnant women leads to low birth weight in developing countries, but gestational diabetes is dominant in westernized societies. At the same time, elderly people in affluent countries may suffer from micronutrient and protein insufficiency, whereas major parts of the population may suffer from excess weight associated with increased risk of infections from both food and seasonal mortality patterns because of the flu or food-borne pathogens, more prevalent in summer. Apart from the biological explanations related to body composition, reproduction and the immune system, these phenomena can also be understood by factors such as technology development, markets and economic development related to urbanization. Preventive approaches that focus on the biology tend to neglect the societal factors.

Indirect risks in global and local food chains of production, transport and retail involve effects on ecosystems and vectors, e.g., irrigation, waste management, as well as pathogens in the food chain. As food security quality and diversity improve, risks may be reduced through better monitoring, but new risks can be introduced, such as antibiotic resistance and vCJD.

Securing food production impacts sustainability. Apart from health implications and economic benefits, the environmental footprint of producing our daily food for the present and future generations must be considered. Aside from using crude metrics for sustainability (e.g., land use, GHG-emissions, biodiversity, fair trade, etc), current research on healthy and sustainable diets does not account for the huge diversity in supply of products in affluent societies or the different food and nutrient profiles within and between societal subgroups within these populations. Reducing losses occurring throughout the food chain through waste, predators, pathogens and inadequate storage as well as consumer carelessness in developed societies will increase sustainability and reduce direct and indirect health risks.

Evidence is accumulating that only part of the health effects of diet can be explained by their nutrient content. Food preparation and industrial production of refined foods from raw agricultural commodities affects the characteristics of the food matrix (e.g., chewing versus drinkable foods, as related to satiation). Availability of nutrients may depend on the food matrix and nutrients simultaneously provided by certain foods (e.g., within meals) may contribute to physiologic interactions and variations in health effects. Increased attention for foods rather than nutrients could help to overcome sometimes conflicting implications for sustainable food production versus nutritional health.

Like prevention of infectious diseases, prevention of chronic diseases is based on the multifactorial etiology of diseases. Although the external exposures (e.g., viruses, nutrients) and societal conditions (e.g., development, wealth) vary hugely on the global scale, host factors within the human system are similar for the human species all over the world. Depending on disease etiology and the prevalence of component causes, the host factors relevant to infectious diseases (acute inflammatory response and immunity) as well as longevity (subclinical inflammation as related to obesity and chronic disease) will need to be tailored to optimal host resistance given the socioeconomic stage of development of the population considered.

Social, cultural, and economic determinants of Global One Health

Global One Health challenges cannot be separated from peoples' social, cultural and economic conditions. Such conditions relate to the complex, integrated, and overlapping social structures and economic systems which influence the health status of populations (WHO 2008). They include socio-economic status and educational level, among other things. Cultural factors, such as race, ethnicity, family systems, and religion, also strongly impact health disparities, particularly gender-specific norms and practices. Cultural norms and practices about the distribution of food, care giving practices and (in)formal health care within households, which are anchored in gender and family stems, vary across ethnic, religious and socioeconomic groups (Gupta 1999, Therborn 2004). In some Indian regions, for instance, the custom of preference for male descendants means that mortality rates of female infants are higher than those of male infants and that girls have a higher

prevalence of nutritional status deficiencies, such as being stunted, than boys (Fledderjohann et al. 2014). Health gaps caused by differences in people's social, cultural, and economic conditions are, despite overall progress in global well-being over the last century, persisting and even widening, both in high- and low-income societies (Marmot and Commission on Social Determinants of Health 2007, WHO 2013).

Reports on infectious diseases show that poverty and inequality create fertile conditions for the transmission of infectious diseases. Socio-economic, cultural, and gender disparities are related to differential exposure and susceptibility to infectious disease, disparities in vaccine uptake rates, and differential access to care and treatment once exposure occurs (Quinn and Kumar 2014). In addition this also has indirect effects, as poor people are part of a community of poor people, they have higher risks of getting infected even if they would have the same susceptibility as somebody that has contact with another community.

To make this more specific, a young girl from a poor neighborhood having unprotected sex has a higher chance of contracting a SOA than a similar girl in a richer neighborhood. But social, economic and cultural determinants do not only influence infectious diseases. Also the burden of non-communicable disease, especially cardio-vascular diseases, obesity, diabetes, cancer and chronic pulmonary disease which are traditionally associated with high income countries, is increasingly spreading to middle- and low income countries. Obesity is clearly linked to both infectious and chronic disease, leading for instance to impaired immune functions (Karlsson and Beck 2010). In fact, middle- and low income countries now face a double burden; a combination of communicable and non-communicable diseases. For many infectious and chronic diseases and conditions, malnutrition- i.e., undernutrition, hidden hunger, and obesity - is an important risk factor, both in terms of onset and maintenance of diseases.

Also in animal health, socio-economic circumstances predetermine for a large part the animal health status, within systems as well as between systems. In many developing countries, relatively easy-to-eradicate diseases are still endemic (WAHID 2015, www.oie.int). Reasons for this situation lie both in a lack of resources (economics) as well as weak governmental organizations.

Evidently, the place that people occupy in the social hierarchy affects their level of exposure to malnutrition and health-damaging factors, their ability to cope with them, and their access to adequate health care. To effectively deal with Global One Health challenges it is necessary to integrate social, cultural, and economic determinants of health. Health inequalities do not remain stable over time. Economic and technological developments, social and demographic transformations, climate change, epidemics such as the Ebola crisis, and wars and political conflicts, have an impact on people's health and nutrition security and on the inequalities therein.

Important changes also occur during people's lifetimes, as they age and develop. Morbidity and years of lost life due to premature mortality arise from conditions under which people are born, grow up, live, work, and age, which change throughout their lives (Gortmaker et al. 2011, Bras 2015). Human development and aging, whether biological, physiological, psychological, or social, are lifelong processes. For example, it has now become increasingly recognized that a child's nutritional status during the first 1,000 days of life set the stage for much of its health, cognitive, and social development in adolescence, adulthood, and old age (Eggersdorfer et al. 2013, UNICEF 2013, Hardgrove et al. 2014, Lawn et al. 2014).. While childhood may be the most crucial developmental stage, substantial social changes occur throughout one's life, in health and nutritional status, but also in education, work, and social relationships. Historical and social changes may cause variations during the course of life through so-called cohort effects. Men and women who were prenatally exposed to famine during the Dutch Hunger Winter of 1945, the last year of World War II, for instance, have been found to have higher chances of obesity at age 50 than those born before or after the famine (Ravelli et al. 1999). On the other hand, the influence of time may be uniform across age groups. Technological advances, such as the introduction of a new vaccine for malaria, for instance, have the same implications for everyone in the population regardless of people's birth year. Lifetime behavior takes place in specific contexts that differ in culture, socio-economic circumstances, and social institutions. There are obvious differences in health risks of those born in a western society or in China. But within Chinese society, rural and urban settings are very different in the resources and restrictions to which people

adapt their behaviors. Cultural contexts, and their norms, values, and practices, regulate the course of life and cause particular inequalities.

Global One Health challenges are driven by complex forces which require a systems approach, taking all levels, and their linkages, across historical time and lifetime into account. We cannot rely on veterinary, clinical, technical or behavioral interventions only; interventions addressing the social, cultural and institutional context are needed as well. This includes both disciplinary and interdisciplinary knowledge and action (Koelen et al. 2008). The aims of such an approach are to look at the most efficient distribution of scarce resources to obtain the health goals either by a cost-minimization approach when health goals are set or by a cost-effectivity approach when the amount of resources are given (the hard approach). Moreover, soft approaches to improve the intentions of people to implement and sustain preferred actions should be taken into account and should be combined with the hard approach. Systems to predict the combined effect of hard and soft approaches to improve animal and/or human health are not yet available.

Although not all governments perceive inequalities in wealth and health to be something the public sector can or should address, most governments are interested in improving economic growth. The causal links between poverty and health clearly run in both directions (Leon et al. 2001). Economic development may increase health status, but good health also enables people to be educated, be active on the labor market, and participate in society. Better health contributes to increased well-being, social cohesion, environmental protection, increased productivity and economic development. Hence, addressing the social, cultural and economic determinants of health will yield greater, and more sustainable, returns to existing efforts to tackle Global One Health challenges.

Applying the Global One Health approach

Revisiting the earlier examples, we can now add new policy and research dimensions based on the global one health approach.

Influenza A H5N1

Whereas vaccination under controlled circumstances stops transmission (net reproductive number $R_0 < 1$) even when the match between vaccine and circulating virus is poor (van der Goot et al. 2008, Poetri et al. 2009), transmission occurs in spite of vaccination in the field if the titers after vaccination are very low. Although the strains in the field do change due to vaccination, that change is not the reason for the vaccine failure (Sitaras et al. 2014). The possibilities for eradication or mitigation in humans if the H5N1 strain would start transmitting among humans ($R > 1$) have also been studied (e.g., Ferguson et al. 2005). The success of control of H5N1 on a local level is also dependent on political and cultural issues. A vaccination strategy to control an AI outbreak will only be effective if sufficient vaccination coverage and a certain level of protective immunity is reached in a relatively short time interval. In practice, this will require the availability of approved high-quality vaccines as well as effective action from producers, traders and the authorities. Moreover, contacts of the public with poultry would have to be reduced significantly. To achieve that, live poultry markets would have to be abolished and household slaughtering of poultry should be discouraged.

Not only HPAI H5N1 is a threat for the poultry industry and public health. Over the last 15 years, Europe has experienced several HPAI outbreaks of other AI subtypes. The outbreaks in Italy in 1999-2000 and The Netherlands in 2003 confirmed that H5 and H7 subtype viruses can increase in pathogenicity and to be prepared for such a threat, a new European control directive was drafted (2005/94/EU). In this new draft, outbreaks of LPAI of subtypes H5 and H7 were included as notifiable. European Member states are obliged to conduct surveillance programs according to the design laid down in the guideline 2010/367/EU. The active serological surveillance complements surveillance aimed at the early detection of notifiable AI. The surveillance can be risk based or based on representative sampling. Concerning risk, this can be based on the location of holdings or the type of holdings (e.g., free-ranging farms). Serum samples have to be tested for the presence of antibodies against H5 and H7 only as a minimum requirement. Since the AI control directive came in place, member states are obliged to report outbreaks of AI as defined in the new directive, to the EU commissions that record them in the Animal Disease Notification System. In total almost 300 LPAI and more than 400 HPAI outbreaks

have been reported. Most outbreaks occurred in Italy, Germany and the Netherlands. The relative high number of LPAI outbreaks is explained rather by higher intensity of surveillance (The Netherlands) and secondary spread (Germany and Italy).

On a global level, various factors such as the spatial structure of outbreak patterns (Si et al. 2009, Tian et al. 2015), and the role of host species ecology and impact of environmental variables on infection risk (Si et al. 2013) make that global control of the disease is difficult. Hence, large scale (i.e., international), multidisciplinary and integrated approaches are required to be able to better understand and predict the spatial distribution of the disease, once confirmed cases have been reported. Not only is the host density important in this respect but also (international) movements of migratory birds, for example. Avian influenza could possibly be considered as one of the major candidates for a future pandemic.

Malaria

Fighting malaria, even locally, is a large and complicated struggle. It has to involve not only curative and preventive treatment in human populations, but also small and large scale vector control operations. In addition, agricultural practices need much attention, not only for the improvement of food production and food supply but also regarding land use and water management. Sir Ronald Ross received the Nobel Prize in 1902 for showing that the infection is transmitted by mosquitoes and he also started studying the mosquito and human host populations as a system (Ross 1930). This has led to mathematical model(s) that allow the calculation of whether or not malaria can persist in certain areas by quantifying characteristics of the host and vector populations (Smith et al. 2012). With this set of methods based on a systems approach, further studies can be carried out to evaluate various control measures. A single bullet approach is unlikely to be effective, and a multidisciplinary, trans-boundary approach is required, so that the chances for the emergence of drug-resistant or immunologically different strains are reduced. However more issues have to be included in these models, for example the fact that the parameters for the host may depend very much on whether or not the host is sufficiently nourished. In the Global One Health approach, the reciprocal relationship between malaria, iron status,

undernourishment and labor should be addressed in close conjunction to reduce negative consequences of addressing this double-edged sword.

Food-borne toxins: Escherichia coli O104:H4

Tracking and tracing of food-borne agents to quickly identify sources of infection is very important. This also helps to stop media-driven hypes. To prevent Shiga toxin exposure within households, hygienic measurements such as hand washing and thorough cooking of foods are the most important tools. In addition, testing of animal and plant produce for *E.coli* bacteria and toxins, respectively, is recommended. Extra attention should be paid to infants and young children because they are considered to be more susceptible to toxins than adults due to their relatively lower body weight, higher metabolic rate and lower detoxification capacity. Elderly and immuno-compromised people may need extra attention as well. Sprout producers may find that testing seeds for pathogens is advantageous. After the outbreak in 2011, new European regulations were implemented (209/2013 (CEC 2013)). Although a negative result does not guarantee the absence of pathogens, a positive result would allow a producer to avoid using seed lots that have been shown to contain pathogens. As the seed used for sprouting appears to be a primary source of pathogenic bacteria causing sprout-associated illnesses, prevention and intervention methods have focused on eliminating pathogens from the seed prior to sprouting mainly by technologies based on heating and treatment with disinfectants.

Obesity and diabetes

The fundamental cause of obesity and overweight is an energy imbalance between calories consumed and calories expended. Changes in dietary and physical activity patterns are often the result of environmental and societal changes associated with development and lack of supportive policies in sectors such as health, agriculture, transport, urban planning, environment, food processing, distribution, marketing and education. To reduce the prevalence of obesity, foods with a low energy density should be recommended and physical exercise in everyday life and during leisure should be promoted. This clearly implies changes in lifestyle but there is no scientific evidence to support any particular order of measures to be taken (Wirth et al. 2014).

In addition, research into other mitigating strategies to prevent diabetes and other lifestyle associated diseases should also be continued.

From disease to health and sustainability

Health cannot be approached from the perspective of a single discipline dealing with a single disease. The One Health approach allowed a step forward through the collaborative efforts of health science professionals for infectious diseases. In the Global Health approach the work is extended to cover all diseases, to obtain a synthesis of prevention and clinical care aiming for equity in health for all people worldwide through a full systems approach. It requires not just early responsiveness to incidents but above all, full-fledged prevention taking into account humans and animals, infectious diseases and non-communicable diseases (NCDs), disease mechanisms together with ecological and societal drivers of disease, policy, research and capacity building.

Infectious diseases and non-communicable diseases (NCDs) often have the same drivers, which lie outside the domains studied by medical professionals. Thus Global One Health is more than the integration of veterinary and medical approaches to health. For example poverty, through under- and malnourishment or more exposure to pollutants, predisposes for many infectious diseases but poverty will also often lead to NCDs. Moreover, an infectious disease often predisposes for NCDs and vice versa. For example malaria in itself can cause iron deficiency and iron deficiency from malnourishment will enhance clinical disease from malaria. Thus these drivers for disease, the interactions between different diseases, and their overall effects on health need to be studied in conjunction with attempts to control (eradicate or mitigate) particular diseases. Furthermore, economic development has both positive and negative effects on some of these drivers: the modernization of agricultural systems through irrigation may increase malaria, breed resistance in mosquitoes to agrochemicals, affect local weather through higher humidity which increases populations of other pathogens and plant pests, requiring even more chemical control, while at the same time allowing farmers an increased income with better access to food and medical care.

A systems approach can help to make this more than an abstract exercise by singling out those relationships that are quantitatively important for the problem at hand. Such an approach involves modeling (Heesterbeek et al. 2015), and quantifying the relationships to gain insight into which relationships are important

When dealing with health at a global scale, there is not only an important link between infectious diseases and NCDs, and between animal and human health, but there are also common drivers involving environmental and societal issues. For example the massive outbreak of Ebola in West Africa (2014-2015) shows us how relationships between wildlife infections and human disease can change. Whereas it was known earlier that Ebola could be transmitted from the reservoir species (bats) through intermediate hosts (monkeys) to humans, it seems that in this case transmission was directly from bats to a human (Saéz et al. 2015). This index case in a more urban area had consequences for the outbreak. Earlier outbreaks were often in small (remote) village and therefore the number of cases remained limited even with failing transmission control. In contrast, an outbreak starting in a large urban area will increase the likelihood of a massive outbreak. Also the cultural differences between the people in this new area for Ebola (West Africa) compared to the traditional Ebola areas (Central Africa) may have made the situation more difficult for successful control. Note however that there is no a priori reason to think that in the developed world, such an outbreak would have been controlled without many fatalities. Take for example the consequences of BSE for human health, i.e., the occurrence vCJD in humans where it was clear that identifying and controlling new transmission routes may not always be very effective (Hueston 2013).

Finally, the relationship between disease and international trade and other contacts (tourism, refugee movements, human organ trafficking) merits a Global One Health approach as well. These contacts, affected by climate change, civil war and terrorism, are drivers of disease risks. Moreover, disease issues can also have important repercussions for trade and travel (for example the 2002 SARS outbreak, concerns about safety of infant formula in China in 2008, the 2014 Ebola outbreak).

Effect of diseases on trade, economic health and security

Under the WTO agreements, disease issues may restrict trade (or travel) whether they concern diseases affecting humans (WHO), animals (OIE) or plants (FAO). Clearly such trade issues only arise when the possibilities to control the diseases are too limited to manage the disease satisfactorily and local freedom of disease elsewhere can only be maintained by bringing trade and travel restrictions into place. The least developed countries not only suffer more from infectious diseases but they also have an additional burden because such diseases may also exclude them from markets in the developed world. Therefore, it is important that acceptable management strategies for disease problems with global implications, even when the diseases are “only” relevant for plants or animals, be developed and implemented.

That will allow disease management in all countries and will take away the inequality in acceptable health status for developing and developed countries.

The above applies to endemic diseases for which no satisfactory solutions are available. In addition, we must deal with emerging diseases that will occur, both infectious (e.g., SARS, influenza, MERS) and NCDs (e.g., dioxine through animal feed to humans or toxins produced by algae in seafood). By the very nature of these emerging problems there will always be a time lag before adequate management is in place. Laboratory infrastructure, mobile sampling teams, microbiological and toxicological testing, epidemiological capacity, and risk management are needed. Again, global inequality in the extent and quality of these infrastructures may be a further burden on developing countries as can be seen from the H5N1 epidemic and the most recent Ebola outbreak.

Failure to understand the extent of their impact on society can lead to too little attention for these issues, as crisis management is based on optimizing other dimensions, often in the short term. Some examples are the BSE crisis in the EU but also the FMDV crisis in the EU in 2003. Although in the latter case human health was not an issue, the impact on tourism and society in the countryside was enormous and begs the question that had these impacts been taken into account, would not other decisions have been made (Bickerstaff and Simmons 2004)?

Global health governance

More and better options to deal with existing disease problems and better preparedness are needed. Certainly, there are not only national but also global organizations that deal with these disease issues, with a clear division between the affected group of species. The general framework is provided by the WTO and the FAO with the Sanitary and Phytosanitary (SPS) measures agreement which sets the standard for food safety and the protection of human, animal, and plant health including wildlife and wild flora (www.wto.org/sps). The WTO and FAO ask countries to base their measures on scientific evidence and international standards that are set by international organizations. The main international organizations are: the WHO for human health, the FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (CAC) for food safety, the Office International the Epizooties (OIE) for animal health, and the FAO International Plant Protection Convention for plant health. However, there is no international framework governing the ecosystem aspects of global health, and only few countries have developed an integrated policy to deal with ecosystem, plant, animal and human health.

The emphasis lies on the health implications for humans. Consequently, human health problems, even when of animal origin, are mainly handled by the organizations for human health (WHO, CDC, ECDC, PAHO, etc.). On the other hand when human health implications are considered to be negligible, disease management is done by the animal health organizations (e.g., BSE). The latter situation may then lead to a real or perceived lack of consideration for human health. During the last decade, veterinary and agricultural health issues have been moved to separate organizations outside the agricultural sector, covering both human health and animal health (UK DEFRA, EU EFSA). The CDC in the USA also plays an international role in risk assessment and management for human health issues. The last decade has seen increased collaboration between public health and veterinary authorities internationally, but there little collaboration still across these sectors.

Animal and plant health issues are managed locally and are used to gain trade advantages over other countries [e.g., *Salmonella enteritidis* (SE)]. Often, solutions must be highly specific: for SE, kitchen hygiene may be the missing factor when looking at mitigation or eradication strategies for this problem. Is eradication useful,

or does it only delay the emergence of another bacterium or another *Salmonella* serovar?

Many diseases are very important but never become urgent because they are endemic, especially the neglected tropical diseases. A comparison between Ebola and malaria, vCJD from BSE and human cases from bovine tuberculosis, human H5N1 cases and seasonal influenza immediately make clear that the outbreak diseases receive more attention than their direct impact measured in human fatalities warrants: the first one in each pair causing several hundreds of deaths over their whole period of occurrence and the second one 1000-10,000 times more each year. Examples of other important endemic diseases with a large impact on human and animal health are leishmaniasis, trypanosomiasis, Chagas disease, and diarrhea in young children.

For endemic diseases, it often pays to go from a reactive curative approach to a prevention approach, following the famous saying “an ounce of prevention is worth a pound of cure”. Although following this line of thought, lifestyle changes in humans are to be preferred over cures, it is not easy to achieve those and perhaps it is time to also consider alternative measures such as preventive medication for the obese (Knowler 2002), reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. A comparable issue is preventing the introduction of avian influenza from wild birds into poultry farms. Indoor housing with the right biosecurity can possibly be sufficient, but if perceived animal welfare issues prevail, alternative prevention needs to be considered, such as vaccinating poultry against potential dangerous influenza strains (H5 and H7). Thus we advocate exploiting the GOH approach to take a broader look at possibilities of reducing disease and make clear what are the advantages and disadvantages of various approaches.

Implementation

For the rapid response and control of new and emerging diseases, prompt detection and instigation of control measures such as vaccination is pivotal. This may call for new detection methods and procedures, which may require optimization and validation before they can be deployed in diagnostic laboratories. For pathogen control, methods will need be improved in order to rapidly develop new intervention

strategies and new intervention tools, for example vaccines. We do not know which emerging disease or zoonosis will be the next important public health threat. However, as we increase our efforts to improve our capacity to respond to such pathogens we will also increase the likelihood that we can efficiently and effectively respond to new, (re-) emerging pathogens including zoonotic diseases in the long term. Recognition of new emerging disease threats in livestock or human populations starts with knowledge of pathogens, their interaction with hosts and their transmission modes and dynamics. For the analysis of disease potential, zoonotic potential, distribution risks and associated health risks in an early stage of a disease, outbreak countries preferably should have resources in place or should be helped as needed to install a national or international task force to do such analyses within a short time period. For a rapid response in case a disease outbreak turns into a crisis situation, we also should have a strong response force in place to be operated under the United Nations Security Council, supported by a special emergency fund.

The Global One Health approach calls for a different design of health research, health policy-making and health prevention and implementation of interventions. Various intervention strategies need to be evaluated together, even if these interventions fall within the mandate or jurisdiction of different actors. Public health officials may order the culling of animals to prevent spread to humans (e.g., Hong Kong in 1997) but they may not have the knowledge needed to know if such measures are effective, for example which animals are selected for culling and which animal (species) are excluded. Conversely, communicating about potential health risks may lead to unwanted human behavior, such as killing suspected animals unnecessarily, moving pet animals that are about to be killed to other areas, or consumer boycotts of certain suspected products (cucumbers in the German pathogenic *E.coli* example discussed above, or beef in the case of BSE).

We not only suffer from diseases that enter the human population (e.g., Ebola) or our food chain (BTB, EHEC) from natural ecosystems, we also introduce diseases into the populations in the ecosystems surrounding us. In the BTB example, we should not consider the transmission into the wildlife reservoirs as being partly independent of the transmission in livestock (Woodroffe et al. 2006), and we need to acknowledge that, as in Africa (Ayele et al. 2004), in the affected countries there is likewise a risk for humans (De la Rua-Domenech 2006). Thus our agriculture and our own living

environment, as well as all ecosystems on the planet have to be seen as part of the natural world and if we want to achieve sustainable health for humans and animals, we need to look at the whole system. In many cases, poverty is an underlying causal factor.

In several countries, civil disturbance and poor governance have led to a so-called “failed state” or “limited statehood” status, in which the population is left without a functional government (Brinkerhoff 2005). Often, this leads to severe poverty, and lack of education, health care and malnutrition. The United Nations, the International Red Cross and other NGOs often provide essential help by sending medical staff and emergency food relief. These countries, however, lack a fundamental base for development, remaining at the bottom of the Global One Health status and therefore, require special attention so as not to be left behind.

The Global One Health approach should be an integral part of the education of health professionals, be they medical doctors, veterinarians, or others such as disease ecologists, modelers, epidemiologists, health economists, health geneticists, sociologists, nutritionists, bioinformaticians. In a world of increased specialization, the broader connections must not be forgotten and specialists must be trained to communicate across disciplines. Here there is a clear role for better and more training and education.

Implementing the GOH approach follows procedures similar to risk assessment, starting with a broad inventory of relationships of potential importance, quantifying the impact of these relationships and modeling the effects on health. The quantitatively important relationships are then studied and measured in greater detail, including possible interventions and their expected impact. The whole ecosystem, from pristine natural areas, through agricultural to urban environments, will need to be considered, allowing for clear and open communication to policy-makers and the public, who will then have to decide on approaches to be followed.

It is essential that specialists working on these problems cooperate across fields and across geographical areas and that access to available data but also to the possibility to collect data is assured. An important lesson that we have learned (or should have learned at least) from past outbreaks it is that transparency and exchange of ideas is

important for determining the best solutions. In case of a disease outbreak, only the best approaches are acceptable, although what is “the best” depends on available resources and on the goals.

In summary, all necessary elements are available to implement the Global One Health approach to ecosystem sustainability, safety and health assurance in food chains, and human, animal and plant health. This approach can be implemented immediately, and the benefits are beyond doubt – it is a matter of political awareness and international agreement. What is needed is a concerted effort to bring together in research, education and governance, both at national and international level, the actors concerned: ministers of trade, health, agriculture, environment, including water management, and rural development; the private sector ranging from the pharmaceutical industry to food companies, traders and retailers; the development of integrated research programs aimed at early warning, monitoring, risk management and prevention of diseases at all stages, starting at the ecosystem and pathogen levels; the training of healthcare practitioners and the public at large to create a broadly shared awareness of the interconnectedness global one health issues; the development of urban hygiene and food systems that prevent outbreaks of infections and facilitates their management and sustainable and healthy living patterns - and much more. Although daunting, this is not an impossible task, on the contrary, it is a necessary task in a truly globalized world where humans, ecosystems and food systems form intricate, multilevel webs and the health of one is the health of all.

References

- Acevedo-Whitehouse, K., and A. L. J. Duffus. 2009.** Effects of environmental change on wildlife health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Science* 364: 3429-3438.
- Ahmed, S., P. K. Bardhan, A. Iqbal, R. N. Mazumder, A. I. Khan, M. S. Islam, A. K. Siddique, and A. Cravioto. 2011.** The 2008 Cholera Epidemic in Zimbabwe: Experience of the ICDDR, b Team in the Field. *Journal of Health, Population, and Nutrition* 29: 541.
- Ali, S. H., and R. Keil. 2006.** Global cities and the spread of infectious disease: the case of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Toronto, Canada. *Urban Studies* 43: 491-509.
- Anderson, P. K., A. A. Cunningham, N. G. Patel, F. J. Morales, P. R. Epstein, and P. Daszak. 2004.** Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 535-544.
- Andreasen, M., 2014.** GM food in the public mind - facts are not what they used to be. *Nature Biotechnology* 32: 25.

- Arwady, M. A., L. Bawo, J. C. Hunter, M. Massaquoi, A. Matanock, B. Dahn, P. Ayscue, T. Nyenswah, J. D. Forrester, L. E. Hensley, B. Monroe, R. J. Schoepp, T. H. Chen, K. E. Schaecher, T. George, E. Rouse, I. J. Schafer, S. K. Pillai, and K. M. De Cock. 2015.** Evolution of Ebola Virus Disease from Exotic Infection to Global Health Priority, Liberia, Mid-2014. *Emerging Infectious Diseases* 21: 578-584.
- Ayele, W., S. Neill, J. Zinsstag, M. Weiss, and I. Pavlik. 2004.** Bovine tuberculosis: an old disease but a new threat to Africa. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 8: 924-937.
- Bates, S. L., J. Z. Zhao, R. T. Roush, and A. M. Shelton. 2005.** Insect resistance management in GM crops: past, present and future. *Nature Biotechnology* 23: 57-62.
- Behrman, J. R., J. A. Behrman, and N. M. Perez. 2009.** On what diseases and health conditions should new economic research on health and development focus? *Health Economics* 18: S109-S128.
- Bergelson, J., G. Dwyer, and J. Emerson. 2001.** Models and data on plant-enemy coevolution. *Annual Review of Genetics* 35: 469-499.
- Bhatt, S., P. W. Gething, O. J. Brady, J. P. Messina, A. W. Farlow, C. L. Moyes, J. M. Drake, J. S. Brownstein, A. G. Hoen, O. Sankoh, M. F. Myers, D. B. George, T. Jaenisch, G. R. W. Wint, C. P. Simmons, T. W. Scott, J. J. Farrar, and S. I. Hay. 2013.** The global distribution and burden of dengue. *Nature* 496: 504-507.
- Bickerstaff, K., and P. Simmons. 2004.** The right tool for the job? Modeling, spatial relationships, and styles of scientific practice in the UK foot and mouth crisis. *Environment and Planning D* 22: 393-412.
- Billinis, C. 2013.** Wildlife diseases that pose a risk to small ruminants and their farmers. *Small Ruminant Research* 110: 67-70.
- Bogoch, II, M. I. Creatore, M. S. Cetron, J. S. Brownstein, N. Pesik, J. Miniota, T. Tam, W. Hu, A. Nicolucci, S. Ahmed, J. W. Yoon, I. Berry, S. I. Hay, A. Anema, A. J. Tatem, D. MacFadden, M. German, and K. Khan. 2015.** Assessment of the potential for international dissemination of Ebola virus via commercial air travel during the 2014 West African outbreak. *The Lancet* 384: 29-35.
- Bonds, M. H., A. P. Dobson, and D. C. Keenan. 2012.** Disease ecology, biodiversity, and the latitudinal gradient in income. *PLoS Biology* 10: e1001456.
- Bonten, M. J., M. K. Hayden, C. Nathan, J. van Voorhis, M. Matushek, S. Slaughter, T. Rice, and R. A. Weinstein. 1996.** Epidemiology of colonisation of patients and environment with vancomycin-resistant enterococci. *The Lancet* 348: 1615-1619.
- Boutayeb, A. 2006.** The double burden of communicable and non-communicable diseases in developing countries. *Transactions of the Royal society of Tropical Medicine and Hygiene* 100: 191-199.
- Bras, H. 2015.** Inequalities in Food Security and Nutrition. A Life Course Perspective. Wageningen University, Wageningen.
- Brinkerhoff, D. W. 2005.** Rebuilding governance in failed states and post-conflict societies: core concepts and cross-cutting themes. *Public Administration and Development* 25: 3-14.
- Brooks-Pollock, E., and M. Keeling. 2009.** Herd size and bovine tuberculosis persistence in cattle farms in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine* 92: 360-365.
- Budka, H. 2011.** Editorial: The European Response to BSE: A Success Story. *EFSA Journal* 9: e991.
- Cameron, D., and I. G. Jones. 1983.** John Snow, the Broad Street pump and modern epidemiology. *International Journal of Epidemiology* 12: 393-396.
- Carbon, C. 2000.** MRSA and MRSE: is there an answer? *Clinical Microbiology and Infection* 6: 17-22.
- Carman, W. F., A. G. Elder, L. A. Wallace, K. McAulay, A. Walker, G. D. Murray, and D. J. Stott. 2000.** Effects of influenza vaccination of health-care workers on mortality of elderly people in long-term care: a randomised controlled trial. *The Lancet* 355: 93-97.
- CEC 2013.** Comm. Eur. Communities (CEC). 2013. Commission Regulation (EC) No 209/2013 amending Regulation (EC) No 2073/2005 as regards microbiological criteria for sprouts and the sampling rules for poultry carcasses and fresh poultry meat. *Official Journal of the European Union* L68:19-23.
- Chance, R. E., and B. H. Frank. 1993.** Research, development, production, and safety of biosynthetic human insulin. *Diabetes Care* 16: 133-142.
- Chanda, E., F. Masaninga, M. Coleman, C. Sikaala, C. Katebe, M. Macdonald, K. S. Baboo, J. Govere, and L. Manga. 2008.** Integrated vector management: the Zambian experience. *Malaria Journal* 7: 164.

- Claas, E. C., A. D. Osterhaus, R. van Beek, J. C. De Jong, G. F. Rimmelzwaan, D. A. Senne, S. Krauss, K. F. Shortridge, and R. G. Webster. 1998.** Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus. *The Lancet* 351: 472-477.
- Clay, K., and P. X. Kover. 1996.** The Red Queen hypothesis and plant/pathogen interactions. *Annual Review of Phytopathology* 34: 29-50.
- Conn, D. B. 2014.** Aquatic invasive species and emerging infectious disease threats: a one health perspective. *Aquatic Invasions* 9: 383-390.
- Cook, R. J. 2000.** Advances in plant health management in the twentieth century. *Annual Review of Phytopathology* 38: 95-116.
- Cutler, S. J., A. R. Fooks, and W. H. M. van der Poel. 2010.** Public health threat of new, reemerging, and neglected zoonoses in the industrialized world. *Emerging Infectious Diseases* 16: 1-7.
- D'Mello, J. P. F. 2003.** Mycotoxins in cereal grains, nuts and other plant products, pp. 65-90. In J. P. F. D'Mello (ed.), *Food Safety Contaminants and Toxins*. Cromwell Press, Trowbridge, UK.
- De Cock, K. M. 2011.** Trends in global health and CDC's international role, 1961–2011. *MMWR Supplement*, vol. 60: 104-111.
- De la Rua-Domenech, R. 2006.** Human *Mycobacterium bovis* infection in the United Kingdom: incidence, risks, control measures and review of the zoonotic aspects of bovine tuberculosis. *Tuberculosis* 86: 77-109.
- De Liberato, C., G. Scavia, R. Lorenzetti, P. Scaramozzino, D. Amaddeo, G. Cardeti, M. Scicluna, G. Ferrari, and G. L. Autorino. 2005.** Identification of *Culicoides obsoletus* (Diptera: Ceratopogonidae) as a vector of bluetongue virus in central Italy. *Veterinary Record* 156: 301-304.
- de Melker, H. E., J. Schellekens, S. Neppelenbroek, F. Mooi, H. Rümke, and M. Conyn-van Spaendonck. 2000.** Reemergence of pertussis in the highly vaccinated population of the Netherlands: observations on surveillance data. *Emerging Infectious Diseases* 6: 348.
- Doherty, C. P., L. T. Weaver, and A. M. Prentice. 2002.** Micronutrient supplementation and infection: a double-edged sword? *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 34: 346-352.
- Donnelly, M. J., P. J. McCall, C. Lengeler, I. Bates, U. D'Alessandro, G. Barnish, F. Konradsen, E. Klinkenberg, H. Townson, J. F. Trape, I. M. Hastings, and C. Mutero. 2005.** Malaria and urbanization in sub-Saharan Africa. *Malaria Journal* 4: 12.
- Duclos, P., J. M., M. Okwo-Bele, Gacic-Dobo, and T. Cherian. 2009.** Global immunization: status, progress, challenges and future. *BMC International Health and Human Rights* 9.
- Egger, M., M. May, G. Chêne, A. N. Phillips, B. Ledergerber, F. Dabis, D. Costagliola, A. D. A. Monforte, F. de Wolf, and P. Reiss. 2002.** Prognosis of HIV-1-infected patients starting highly active antiretroviral therapy: a collaborative analysis of prospective studies. *The Lancet* 360: 119-129.
- Eggersdorfer, M., K. Kraemer, M. Ruel, M. van Ameringen, H. Biesalski, M. Bloem, J. Chen, A. Lateef, and V. Mannar. 2013.** *The Road to Good Nutrition*, Karger Medical and Scientific Publishers, Basel, Switzerland.
- Emerson, P. M., R. L. Bailey, G. E. L. Walraven, and S. W. Lindsay. 2001.** Human and other faeces as breeding media of the trachoma vector *Musca sorbens*. *Medical and Veterinary Entomology* 15: 314-320.
- Eveleens, K. 1983.** Cotton-insect control in the Sudan Gezira: analysis of a crisis. *Crop Protection* 2: 273-287.
- Faes, C., Y. van der Stede, H. Guis, C. Staubach, E. Ducheyne, G. Hendrickx, and K. Mintiens. 2013.** Factors affecting Bluetongue serotype 8 spread in Northern Europe in 2006: The geographical epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine* 110: 149-158.
- Fauci, A.S. 2005** Emerging and Reemerging Infectious Diseases: The Perpetual Challenge. *Academic Medicine* 80: 1079-1085.
- Ferguson, N. M., D. A. Cummings, S. Cauchemez, C. Fraser, S. Riley, A. Meeyai, S. Iamsrithaworn, and D. S. Burke. 2005.** Strategies for containing an emerging influenza pandemic in Southeast Asia. *Nature* 437: 209-214.
- Finzi, D., M. Hermankova, T. Pierson, L. M. Carruth, C. Buck, R. E. Chaisson, T. C. Quinn, K. Chadwick, J. Margolick, and R. Brookmeyer. 1997.** Identification of a reservoir for HIV-1 in patients on highly active antiretroviral therapy. *Science* 278: 1295-1300.
- Fischer, T., D. Byerlee, and G. Edmeades. 2014.** Crop yields and global food security: will yield increase continue to feed the world?, Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Canberra.
- Fledderjohann, J., S. Agrawal, S. Vellakkal, S. Basu, O. Campbell, P. Doyle, S. Ebrahim, and D. Stuckler. 2014.** Do Girls Have a Nutritional Disadvantage Compared with Boys?

- Breastfeeding, Food Consumption, and Mortality among Indian Siblings. *The European Journal of Public Health* 24: cku162. 060.
- Gerba, C. P., and J. E. Smith. 2005.** Sources of pathogenic microorganisms and their fate during land application of wastes. *Journal of Environmental Quality* 34: 42-48.
- Gilbert, N. 2013.** A hard look at GM crops. *Nature* 497: 24-26.
- Gortazar, C., R. J. Delahay, R. A. McDonald, M. Boadella, G. J. Wilson, D. Gavier-Widen, and P. Acevedo. 2012.** The status of tuberculosis in European wild mammals. *Mammal Review* 42: 193-206.
- Gortmaker, S. L., B. A. Swinburn, D. Levy, R. Carter, P. L. Mabry, D. T. Finegood, T. Huang, T. Marsh, and M. L. Moodie. 2011.** Changing the future of obesity: science, policy, and action. *The Lancet* 378: 838-847.
- Guerrant, R. L., and B. L. Blackwood. 1999.** Threats to global health and survival: The growing crises of tropical infectious diseases - Our "unfinished agenda". *Clinical Infectious Diseases* 28: 966-986.
- Gupta, M. D. 1999.** Lifeboat versus corporate ethic: Social and demographic implications of stem and joint families. *Social Science and Medicine* 49: 173-184.
- Haas, J. D., and T. Brownlie. 2001.** Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. *The Journal of Nutrition* 131: 676S-690S.
- Hallmann, C. A., R. P. Foppen, C. A. van Turnhout, H. de Kroon, and E. Jongejans. 2014.** Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*. doi:10.1038/nature13531.
- Hamer, G. 2003.** Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety. *Biotechnology Advances* 22: 71-79.
- Hamilton, D., and S. Crossley. 2004.** Pesticide residues in food and drinking water: human exposure and risks, John Wiley & Sons.
- Hansen, M. 1986.** Escape from the Pesticide Treadmill: Alternatives to Pesticides in Developing Countries: Preliminary Report, Institute for Consumer Policy Research, Consumers Union.
- Hardgrove, A., K. Pells, J. Boyden, and P. Dornan. 2014.** Youth vulnerabilities in life course transitions. (occasional paper) Human Development Report Office, UNDP, New York, NY (USA).
- Harvard School of Public Health. 2014.** Obesity Trends. Boston, MA, USA.
- Heesterbeek, H., R. M. Anderson, V. Andreasen, S. Bansal, D. De Angelis, C. Dye, K. T. Eames, W. J. Edmunds, S. D. Frost, and S. Funk. 2015.** Modeling infectious disease dynamics in the complex landscape of global health. *Science* 347: aaa4339.
- Henderson, R. H. 1984.** The Expanded Program on Immunization of the World Health Organization. *Reviews of Infectious Diseases* 6: S475-S479.
- Hossain, F., C.E. Pray, Y. Lu, J. Huang, C. Fan, and R. Hu. (2004),** GM cotton and farmer's health in China: an econometric analysis of the relationship between pesticide poisoning and GM cotton use in China. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 10: 307-314.
- Huang, J., R. Hu, S. Rozelle, and C.E. Pray. (2005).** Insect-resistant GM rice in farmers' fields: assessing productivity and health effects in China. *Science* 308, 688-690.
- Huang, J., R. Hu, F. Qiao, Y. Yin, H. Liu, and Z. Huang. 2015.** Impact of insect-resistant GM rice on pesticide use and farmers' health in China. *Science China Life Sciences*: 1-6.
- Huang, Z. Y., W. F. de Boer, F. van Langevelde, V. Olson, T. M. Blackburn, and H. H. Prins. 2013.** Species' life-history traits explain interspecific variation in reservoir competence: a possible mechanism underlying the dilution effect. *PLoS One* 8: e54341.
- Hueston, W. D. 2013.** BSE and variant CJD: Emerging science, public pressure and the vagaries of policy-making. *Preventive Veterinary Medicine* 109: 179-184.
- Jones, K. E., N. G. Patel, M. A. Levy, A. Storeygard, D. Balk, J. L. Gittleman, and P. Daszak. 2008.** Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451: 990-993.
- Jutla, A., E. Whitcombe, N. Hasan, B. Haley, A. Akanda, A. Huq, M. Alam, R. B. Sack, and R. Colwell. 2013.** Environmental factors influencing epidemic cholera. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 89: 597-607.
- Karlsson, E. A., and M. A. Beck. 2010.** The burden of obesity on infectious disease. *Experimental Biology and Medicine* 235: 1412-1424.
- Keesing, F., L. K. Belden, P. Daszak, A. Dobson, C. D. Harvell, R. D. Holt, P. Hudson, A. Jolles, K. E. Jones, and C. E. Mitchell. 2010.** Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 468: 647-652.

- Kennedy, S. B., and R. A. Nisbett. 2015.** The Ebola epidemic: a transformative moment for global health. *Bulletin of the World Health Organization* 93: 2-2.
- Kim, H. M., C.-K. Kim, N.-J. Lee, H. Chu, C. Kang, K. Kim, and J.-Y. Lee. 2015.** Pathogenesis of novel reassortant avian influenza virus A (H5N8) Isolates in the ferret. *Virology* 481: 136-141.
- Klinkenberg, E., P. J. McCall, M. D. Wilson, F. P. Amerasinghe, and M. J. Donnelly. 2008.** Impact of urban agriculture on malaria vectors in Accra, Ghana. *Malaria Journal* 7.
- Knol, M., A. Urbanus, E. Swart, L. Mollema, W. Ruijs, R. van Binnendijk, M. Te Wierik, H. de Melker, A. Timen, and S. Hahne. 2013.** Large ongoing measles outbreak in a religious community in the Netherlands since May 2013. *EuroSurveillance* 18: 20580.
- Knowler, W. C. 2002.** Diabetes prevention. Reply. *New England Journal of Medicine* 346: 1830-1830.
- Koelen, M. A., L. Vaandrager, and A. Wagemakers. 2008.** What is needed for coordinated action for health? *Family Practice* 25: i25-i31.
- Koenraadt, C. J. M., T. Balenghien, S. Carpenter, E. Ducheyne, A. R. W. Elbers, M. Fife, C. Garros, A. Ibanez-Justicia, H. Kampen, R. J. M. Kormelink, B. Losson, W. H. M. van der Poel, N. De Regge, P. A. van Rijn, C. Sanders, F. Schaffner, M. M. S. van Oldruitenborgh-Oosterbaan, W. Takken, D. Werner, and F. Seelig. 2014.** Bluetongue, Schmallenberg - what is next? Culicoides-borne viral diseases in the 21st Century. *BMC Veterinary Research* 10.
- Koplan, J. P., T. C. Bond, M. H. Merson, K. S. Reddy, M. H. Rodriguez, N. K. Sewankambo, J. N. Wasserheit. 2009.** Towards a common definition of global health. *The Lancet* 373: 1993-1995.
- Kovats, S., S. Lloyd, and N. Scovronick. 2014.** Climate and health in informal urban settlements.
- Kumar, K., S. C. Gupta, Y. Chander, and A. K. Singh. 2005.** Antibiotic use in agriculture and its impact on the terrestrial environment. *Advances in Agronomy* 87: 1-54.
- Lawn, J. E., H. Blencowe, S. Oza, D. You, A. C. Lee, P. Waiswa, M. Lalli, Z. Bhutta, A. J. Barros, and P. Christian. 2014.** Every Newborn: progress, priorities, and potential beyond survival. *The Lancet* 384: 189-205.
- Leon, D. A., G. Walt, and L. Gilson. 2001.** International perspectives on health inequalities and policy. *British Medical Journal* 322: 591-594.
- Levy, S. B., and B. Marshall. 2004.** Antibacterial resistance worldwide: causes, challenges and responses. *Nature Medicine* 10: S122-S129.
- Lopez, A. D., and C. D. Mathers. 2006.** Measuring the global burden of disease and epidemiological transitions: 2002-2030. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 100: 481-499.
- Lu, Y., K. Wu, Y. Jiang, Y. Guo, and N. Desneux. 2012.** Widespread adoption of Bt cotton and insecticide decrease promotes biocontrol services. *Nature* 487: 362-365.
- Lu, Y., K. Wu, Y. Jiang, B. Xia, P. Li, H. Feng, K. A. Wyckhuys, and Y. Guo. 2010.** Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science* 328: 1151-1154.
- Marmot, M., and Commission on Social Determinants of Health. 2007.** Achieving health equity: from root causes to fair outcomes. *The Lancet* 370: 1153-1163.
- Marušić, A. 2013.** Global health-multiple definitions, single goal. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* 49: 2-3.
- McLaren, L., and P. Hawe. 2005.** Ecological perspectives in health research. *Journal of Epidemiology and Community Health* 59: 6-14.
- McMichael, A. J., and E. Lindgren. 2011.** Climate change: present and future risks to health, and necessary responses. *Journal of Internal Medicine* 270: 401-413.
- McMichael, A. J., S. Friel, A. Nyong, and C. Corvalan. 2008.** Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector. *BMJ: British Medical Journal* 336: 191.
- Meerburg, B. G., and A. Kijlstra. 2007.** Role of rodents in transmission of *Salmonella* and *Campylobacter*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2774-2781.
- Murray, A. G., and E. J. Peeler. 2005.** A framework for understanding the potential for emerging diseases in aquaculture. *Preventive Veterinary Medicine* 67: 223-235.
- Murray, C. J. L., and A. D. Lopez. 2013.** Measuring the Global Burden of Disease. *New England Journal of Medicine* 369: 448-457.
- Murray, K. O., E. Mertens, and P. Despres. 2010.** West Nile virus and its emergence in the United States of America. *Veterinary Research* 41.
- Myers, S. S., and J. A. Patz. 2009.** Emerging threats to human health from global environmental change. *Annual Review of Environment and Resources* 34: 223-252.
- Niblett, D. 1966.** Global health factors of importance to Canadian mobile forces with a potential world-wide commitment. *Medical Services Journal, Canada* 22: 333.

- Ostfeld, R. S., and F. Keesing. 2000.** Biodiversity and disease risk: the case of Lyme disease. *Conservation Biology* 14: 722-728.
- Ostfeld, R. S., and F. Keesing. 2012.** Effects of host diversity on infectious disease. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 43: 157.
- Pachauri, R. K. et al. 2014.** Climate change 2014 - Synthesis Report. 133p. *In*. R. K. Pachauri & L. Meyer [eds.]. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Podder, C. N., A. B. Gumel, C. S. Bowman, and R. G. McLeod. 2007.** Mathematical study of the impact of quarantine, isolation and vaccination in curtailing an epidemic. *Journal of Biological Systems* 15: 185-202.
- Poetri, O. N., A. Bouma, S. Murtini, I. Claassen, G. Koch, R. D. Soejoedono, J. Stegeman, and M. van Boven. 2009.** An inactivated H5N2 vaccine reduces transmission of highly pathogenic H5N1 avian influenza virus among native chickens. *Vaccine* 27: 2864-2869.
- Popkin, B. M., L. S. Adair, and S. W. Ng. 2012.** Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews* 70: 3-21.
- Pray, C. E., L. Nagarajan, J. Huang, R. Hu, and B. Ramaswami, 2011.** The Impact of Bt Cotton and the Potential Impacts of Biotechnology on Other Crops in China and India. *In* C. A. Carter, Moschini and M. Sheldon (eds.) *Genetically Modified Food and Global Welfare*, pp. 83-114.
- Prentice, A. M. 2008.** Iron metabolism, malaria, and other infections: what is all the fuss about? *The Journal of Nutrition* 138: 2537-2541.
- Pretty, J. N. 2004.** The pesticide detox: towards a more sustainable agriculture, Earthscan.
- Pruden, A., D. J. Larsson, A. Amézquita, P. Collignon, K. K. Brandt, D. W. Graham, J. M. Lazorchak, S. Suzuki, P. Silley, and J. R. Snape. 2013.** Management options for reducing the release of antibiotics and antibiotic resistance genes to the environment. *Environmental Health and Perspectives* 121: 878-885.
- Purse, B. V., H. E. Brown, L. Harrup, P. P. Mertens, and D. J. Rogers. 2008.** Invasion of bluetongue and other orbivirus infections into Europe: the role of biological and climatic processes. *Review of Science and Technology* 27: 427-442.
- Qaim, M. and D. Zilberman (2003).** Yield effects of genetically modified crops in developing countries. *Science* 299: 900-902.
- Qiao, F., J. Huang, L. Zhang, and S. Rozelle. 2012.** Pesticide use and farmers' health in China's rice production. *China Agricultural Economic Review* 4: 468-484.
- Quinn, S. C., and S. Kumar. 2014.** Health Inequalities and Infectious Disease Epidemics: A Challenge for Global Health Security. *Biosecurity and Biodefense Strategy, Practice, and Science* 12: 263-273.
- Radcliffe, E. B., W. D. Hutchison, and R. E. Cancelado. 2009.** Integrated pest management: concepts, tactics, strategies and case studies, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Raj, V. S., A. D. Osterhaus, R. A. Fouchier, and B. L. Haagmans. 2014.** MERS: emergence of a novel human coronavirus. *Current Opinion in Virology* 5: 58-62.
- Ranson, H., R. N'Guessan, J. L'Ines, N. Moiroux, Z. Nkuni, and V. Corbel. 2011.** Pyrethroid resistance in African anopheline mosquitoes: what are the implications for malaria control? *Trends in Parasitology* 27: 91-98.
- Ravelli, A. C., J. H. van der Meulen, C. Osmond, D. J. Barker, and O. P. Bleker. 1999.** Obesity at the age of 50 y in men and women exposed to famine prenatally. *The American Journal of Clinical Nutrition* 70: 811-816.
- Renault, P., J. L. Solet, D. Sissoko, E. Balleydier, S. Larrieu, L. Filleul, C. Lassalle, J. Thiria, E. Rachou, H. de Valk, D. Ilieff, M. Ledrans, I. Quatresous, P. Quenel, and V. Pierre. 2007.** A major epidemic of chikungunya virus infection on Reunion Island, France, 2005-2006. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 77: 727-731.
- Riley, S., and N. M. Ferguson. 2006.** Smallpox transmission and control: spatial dynamics in Great Britain. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 12637-12642.
- Roberts, M. 1996.** The dynamics of bovine tuberculosis in possum populations, and its eradication or control by culling or vaccination. *Journal of Animal Ecology*: 451-464.
- Romeis, J., A. M. Shelton, and G. G. Kennedy. 2008.** Integration of insect-resistant genetically modified crops within IPM programs, Springer, Berlin, Germany.
- Rose, J. B., P. R. Epstein, E. K. Lipp, B. H. Sherman, S. M. Bernard, and J. A. Patz. 2001.** Climate variability and change in the United States: potential impacts on water-and foodborne diseases caused by microbiologic agents. *Environmental Health and Perspectives* 109: 211.
- Ross, H. 2013.** One Health from a Social-Ecological Systems Perspective: Enriching Social and Cultural Dimensions, pp. 217-229. *In* J. S. Mackenzie, M. Jeggo, P. Daszak and J. A. Richt (eds.), *One Health: The Human-Animal-Environment Interfaces in Emerging Infectious*

- Diseases: Food Safety and Security, and International and National Plans for Implementation of One Health Activities, vol. 366.
- Ross, R. 1897.** On some peculiar pigmented cells found in two mosquitos fed on malarial blood. *British Medical Journal* 2: 1786.
- Ross, R. 1930.** Antimalaria Measures. *British Medical Journal* 1: 797.
- Saéz, A. M., S. Weiss, K. Nowak, V. Lapeyre, F. Zimmermann, A. Dux, H. S. Kühl, M. Kaba, S. Regnaut, and K. Merkel. 2015.** Investigating the zoonotic origin of the West African Ebola epidemic. *EMBO Molecular Medicine* 7: 17-23.
- Savill, N. J., D. J. Shaw, R. Deardon, M. J. Tildesley, M. J. Keeling, M. E. Woolhouse, S. P. Brooks, and B. T. Grenfell. 2007.** Effect of data quality on estimates of farm infectiousness trends in the UK 2001 foot-and-mouth disease epidemic. *Royal Society Interface* 4: 235-241.
- Savini, G., M. Goffredo, F. Monaco, A. Di Gennaro, M. A. Cafiero, L. Baldi, P. De Santis, R. Meiswinkel, and V. Caporale. 2005.** Bluetongue virus isolations from midges belonging to the Obsoletus complex (Culicoides, Diptera : ceratopogonidae) in Italy. *Veterinary Record* 157: 133-139.
- Schmidt, K. A., and R. S. Ostfeld. 2001.** Biodiversity and the dilution effect in disease ecology. *Ecology* 82: 609-619.
- Schulze, E.-D., and H. A. Mooney. 1994.** Ecosystem function of biodiversity: a summary, Springer, Berlin, Germany.
- Schwabe, C. W. 1968.** Animal diseases and world health. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 153: 1859-1863.
- Semenza, J. C., and B. Menne. 2009.** Climate change and infectious diseases in Europe. *The Lancet Infectious Diseases* 9: 365-375.
- Shelton, A.M., K.-Z. Zhao, and R.T. Roush. 2002.** Economic, ecological, food safety, and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. *Annual Review of Entomology* 47: 845-881.
- Si, Y., W. F. de Boer, and P. Gong. 2013.** Different environmental drivers of highly pathogenic avian influenza H5N1 outbreaks in poultry and wild birds. *PLoS One* 8: e53362.
- Si, Y., A. K. Skidmore, T. Wang, W. F. De Boer, P. Debba, A. G. Toxopeus, L. Li, and H. H. Prins. 2009.** Spatio-temporal dynamics of global H5N1 outbreaks match bird migration patterns. *Geospatial Health* 4: 65-78.
- Simon-Delso, N., s. V. Amaral-Roger, L. P. Belzunces , J. M. Bonmatin, M. Chagnon, C. Downs, L. Furlan, D. W. Gibbons, C. Giorio, V. Girolami, D. Goulson, D. P. Kreutzweiser, C. H. Krupke, M. Liess, E. Long, M. McField, P. Mineau, E. A. D. Mitchell, C. A. Morrissey, D. A. Noome, L. Pisa, J. Settele, J. D. Stark, A. Tapparo, H. van Dyck, J. van Praagh, J. P. van der Sluijs, P. R. Whitehorn, and M. Wiemers. 2015.** Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. . *Environmental Science and Pollution Research* 22: 5-34.
- Sims, L. D., and M. Peiris. 2013.** One Health: The Hong Kong Experience with Avian Influenza, pp. 281-298. In J. S. Mackenzie, M. Jeggo, P. Daszak and J. A. Richt (eds.), *One Health: The Human-Animal-Environment Interfaces in Emerging Infectious Diseases: The Concept and Examples of a One Health Approach*, vol. 365.
- Sitaras, I., D. Kalthoff, M. Beer, B. Peeters, and M. C. de Jong. 2014.** Immune escape mutants of highly pathogenic avian influenza H5N1 selected using polyclonal sera: Identification of key amino acids in the HA protein. *PLoS One* 9: e84628.
- Smith, D. L., K. E. Battle, S. I. Hay, C. M. Barker, T. W. Scott, and F. E. McKenzie. 2012.** Ross, Macdonald, and a theory for the dynamics and control of mosquito-transmitted pathogens. *PLoS Pathogens* 8: e1002588.
- Stokols, D., R. P. Lejano, and J. Hipp. 2013.** Enhancing the resilience of human-environment systems: a social ecological perspective. *Ecology and Society* 18 (1) 7.
- Struik, P.C., 2014.** Response to Lotz *et al.*: Genetically modified crops and sustainable agriculture: a proposed way forward in the societal debate. *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* 70-71: 101-102.
- Sundstrom, J., A. Albiñ, S. Boqvist, K. Ljungvall, H. Marstorp, C. Martiin, K. Nyberg, I. Vagsholm, J. Yuen, and U. Magnusson. 2014.** Future threats to agricultural food production posed by environmental degradation, climate change, and animal and plant diseases - a risk analysis in three economic and climate settings. *Food Security* 6: 201-215.
- Suzán, G., E. Marcé, J. T. Giermakowski, J. N. Mills, G. Ceballos, R. S. Ostfeld, B. Armien, J. M. Pascale, and T. L. Yates. 2009.** Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased hantavirus prevalence. *PLoS One* 4: e5461.

- Swaddle, J. P., and S. E. Calos. 2008.** Increased avian diversity is associated with lower incidence of human West Nile infection: observation of the dilution effect. *PLoS One* 3: e2488.
- Takken, W., and B. G. Knols. 2009.** Malaria vector control: current and future strategies. *Trends in Parasitology* 25: 101-104.
- Tatem, A. J., Z. Huang, A. Das, Q. Qi, J. Roth, and Y. Qiu. 2012.** Air travel and vector-borne disease movement. (Special Issue: Dynamics of parasite distributions: modern analytical approaches). *Parasitology* 139: 1816-1830.
- Therborn, G. 2004.** *Between Sex and Power: Family in the world 1900-2000*, Routledge.
- Thomas, M. B., H. C. J. Godfray, A. F. Read, H. van den Berg, B. E. Tabashnik, J. C. van Lenteren, J. K. Waage, and W. Takken. 2012.** Lessons from Agriculture for the Sustainable Management of Malaria Vectors. *PLoS Medicine* 9.
- Tian, H., Y. Cui, L. Dong, S. Zhou, X. Li, S. Huang, R. Yang, and B. Xu. 2015.** Spatial, temporal and genetic dynamics of highly pathogenic avian influenza A (H5N1) virus in China. *BMC Infectious Diseases* 15: 54.
- Tylianakis, J. M., R. K. Didham, J. Bascompte, and D. A. Wardle. 2008.** Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 11: 1351-1363.
- UNICEF. 2013.** Improving child nutrition: the achievable imperative for global progress, United Nations Children's Fund.
- van den Berg, H., and W. Takken. 2009.** Evaluation of integrated vector management. *Trends in Parasitology* 25: 71-76.
- van den Bosch, F., R. Oliver, F. v. d. Berg, and N. Paveley. 2014a.** Governing Principles Can Guide Fungicide-Resistance Management Tactics. *Annual Review of Phytopathology* 52: 175-195.
- van den Bosch, F., N. Paveley, F. van den Berg, P. Hobbelen, and R. Oliver. 2014b.** Mixtures as a fungicide resistance management tactic. *Phytopathology* 104: 1264-1273.
- van der Goot, J. A., M. van Boven, A. Stegeman, S. G. van de Water, M. C. de Jong, and G. Koch. 2008.** Transmission of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in Pekin ducks is significantly reduced by a genetically distant H5N2 vaccine. *Virology* 382: 91-97.
- van Lenteren, J. C. 2012.** The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl* 57: 1-20.
- Venesky, M. D., T. R. Raffel, T. A. McMahon, and J. R. Rohr. 2014.** Confronting inconsistencies in the amphibian-chytridiomycosis system: implications for disease management. *Biological Reviews* 89: 477-483.
- Wang, D. Q., Z. G. Xia, S. S. Zhou, X. N. Zhou, R. B. Wang, and Q. F. Zhang. 2013.** A potential threat to malaria elimination: extensive deltamethrin and DDT resistance to *Anopheles sinensis* from the malaria-endemic areas in China. *Malaria Journal* 12: 164-170.
- Watanabe, T., G. X. Zhong, C. A. Russell, N. Nakajima, M. Hatta, A. Hanson, R. McBride, D. F. Burke, K. Takahashi, S. Fukuyama, Y. Tomita, E. A. Maher, S. Watanabe, M. Imai, G. Neumann, H. Hasegawa, J. C. Paulson, D. J. Smith, and Y. Kawaoka. 2014.** Circulating Avian Influenza Viruses Closely Related to the 1918 Virus Have Pandemic Potential. *Cell Host and Microbe* 15: 692-705.
- Weaver, S. C. 2013.** Urbanization and geographic expansion of zoonotic arboviral diseases: mechanisms and potential strategies for prevention. *Trends in Microbiology* 21: 360-363.
- White, N. J., S. Pukrittayakamee, T. T. Hien, M. A. Faiz, O. A. Mokuolu, and A. M. Dondorp. 2014.** Malaria. *The Lancet* 383: 723-735.
- WHO. 2000.** Obesity: preventing and managing the global epidemic. World Health Organization, Geneva.
- WHO. 2008.** Closing the Gap in a Generation: Health Equity Through Action on the Social Determinants of Health: Commission on Social Determinants of Health Final Report. World Health Organization, Geneva.
- WHO. 2010.** The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2009.
- WHO. 2013.** World Health Statistics 2013. . World Health Organization, Geneva.
- WHO. 2014a.** Global status of non-communicable diseases, pp. 280. World Health Organization, Geneva.
- WHO. 2014b.** World Malaria Report 2014, pp. 227. World Health Organization, Geneva.
- Wilesmith, J. W., G. A. Wells, M. P. Cranwell, and J. B. Ryan. 1988.** Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies. *The Veterinary Record* 123: 638-644.
- Wirth, A., M. Wabitsch, and H. Hauner. 2014.** The prevention and treatment of obesity. *Deutsches Ärzteblatt International* 111: 705.

- Wolfe, N. D., C. P. Dunavan, and J. Diamond. 2007.** Origins of major human infectious diseases. *Nature* 447: 279-283.
- Woodroffe, R., C. A. Donnelly, H. E. Jenkins, W. T. Johnston, D. R. Cox, F. J. Bourne, C. L. Cheeseman, R. J. Delahay, R. S. Clifton-Hadley, and G. Gettinby. 2006.** Culling and cattle controls influence tuberculosis risk for badgers. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 14713-14717.
- Yach, D., C. Hawkes, C. L. Gould, and K. J. Hofman. 2004.** The global burden of chronic diseases: overcoming impediments to prevention and control. *Journal of the American Medical Association* 291: 2616-2622.
- Zhang, Z. H. A. N. G., and M. van den Berg. 2013.** A review of literature on labour and the agricultural productivity, food and nutrition security nexus. Wageningen University, Development Economics Group, Wageningen, The Netherlands.
- Zurovac, D., A. O. Talisuna, and R. W. Snow. 2012.** Mobile Phone Text Messaging: Tool for Malaria Control in Africa. *PLoS Medicine* 9: e1001176.

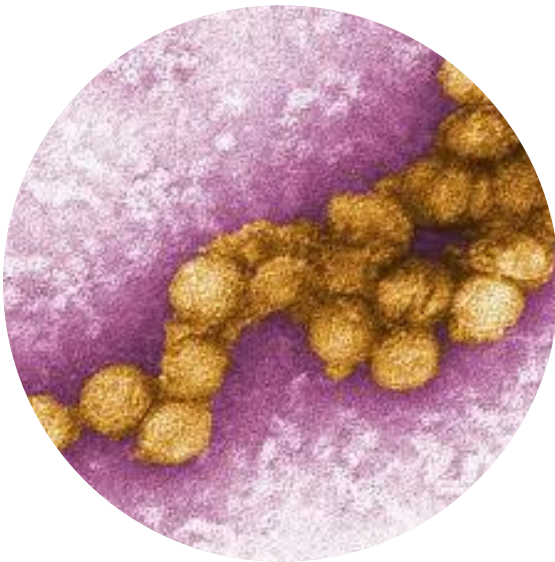
Emerging and Zoonotic Viruses

Anlage 7

Wim H.M. van der Poel,

Professor of Emerging and Zoonotic Viruses

Wageningen University and Research, Netherlands





Wageningen University Campus
Wageningen



Wageningen Bioveterinary Research
Lelystad

Emerging Zoonoses

Pathogens from animal reservoirs or hosts



70%

of emerging infectious
diseases we share with
animals

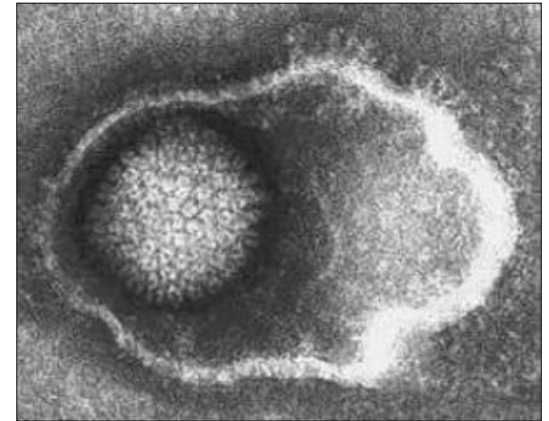


Pathogen discovery

State of the art techniques

■ Pre-genomics era

- Pathogen culture / isolation
- Animal infection experiments
- Electron Microscopy
- Standard antigen detection methods



■ Molecular NA targeting techniques

- (RT)-PCR, specific and generic
- Microarray
- Metagenomics, NGS/WGS

Development and implementation will increase the success rate of pathogen discovery

Top 20 zoonotic pathogens (EZIPS ranking)

EZIPS rank (2015 update)	Pathogen
1	Crimean-Congo haemorrhagic fever virus
2	Influenza A virus H5N1
3	Japanese encephalitis virus
4	<i>Streptococcus suis</i>
5	Rift Valley fever virus
6	<i>Anaplasma phagocytophilum</i>
7	<i>Leptospira interrogans</i>
8	Dobrava-Belgrade hantavirus
9	<i>Echinococcus multilocularis</i>
10	BSE
11	Eastern equine encephalitis virus
12	<i>Cryptosporidium parvum</i>
13	<i>Yersinia pestis</i>
14	<i>Francisella tularensis</i>
15	<i>Campylobacter</i> spp.
16	<i>Toxoplasma gondii</i>
17	<i>Coxiella burnetti</i>
18	<i>Capnocytohaga canimorsus</i>
19	Seoul hantavirus
20	Louping ill virus



Signalling Forum Zoonoses, Netherlands

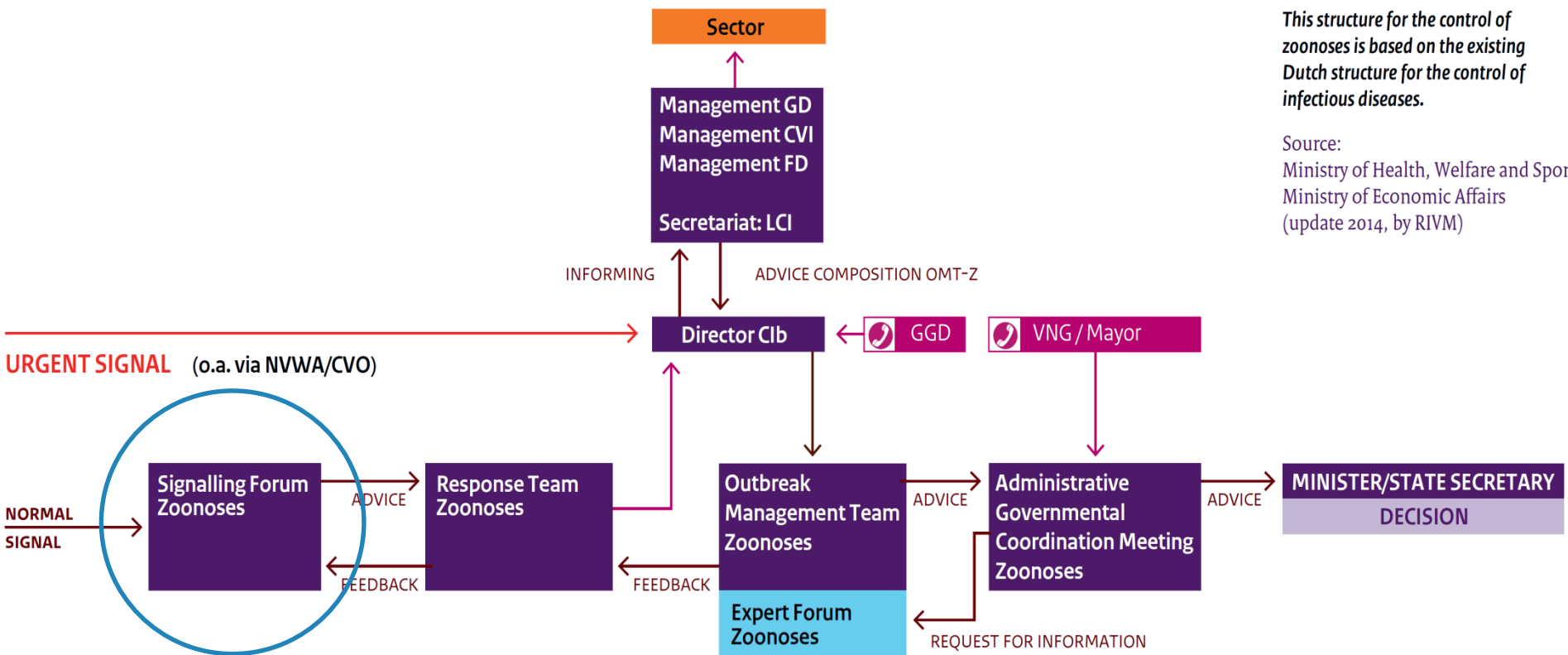
Who:

- National Institute for Public Health and the Environment (RIVM)
- Community Health Services (GGD)
- Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (NVWA)
- Wageningen Bioveterinary Research (WBVR)
- Animal Health Service (Royal GD)
- Faculty of Veterinary Medicine of University of Utrecht (FD)
- Dutch Wildlife Health Centre (DWHC)





Netherlands Zoonoses structure

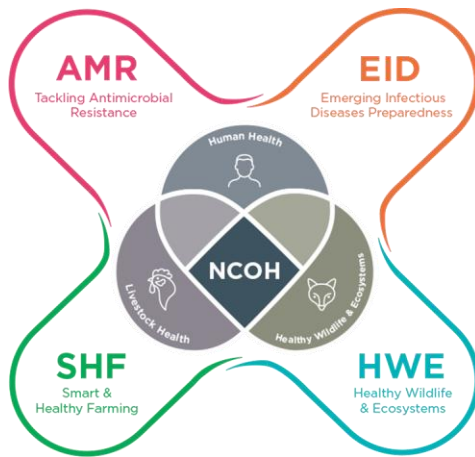


This structure for the control of zoonoses is based on the existing Dutch structure for the control of infectious diseases.

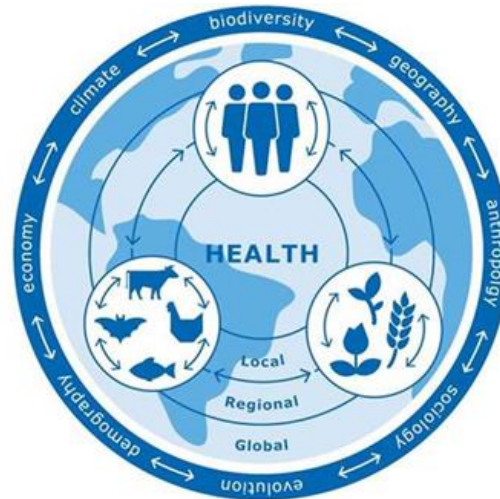
Source:
Ministry of Health, Welfare and Sport
Ministry of Economic Affairs
(update 2014, by RIVM)

One Health approach

Need for all inclusive collaborations between physicians, veterinarians, and other scientific health related disciplines



NCOH



GOHRP



EJPOH

Thank you

wim.vanderpoel@wur.nl

www.wbvr.wur.nl



Wildtierhandel und die Gefahr von zoonotischen Viren

Anlage 8

Durch die Pandemie mit SARS-Coronavirus-2 ist die Relevanz von Zoonosen und die Gefahr, die von neuartigen Viren ausgeht, einer breiten Bevölkerung bewusst geworden. Als Wissenschaftlerin und Virologin, die sich seit zehn Jahren mit zoonotischen Erregern beschäftigt, überrascht mich ein weiteres Virus, welches den Wirtswechsel hin zum Mensch geschafft hat, jedoch nicht. Nach dem SARS-Ausbruch 2002/2003 wurde der wissenschaftliche Fokus in der Virologie verstärkt auf Wildtiere ausgerichtet, und seitdem eine Vielzahl neuer Viren beschrieben, viele davon Vorläufer oder nahe Verwandte von menschlichen Krankheitserregern. Wir haben durch diese Forschung gelernt, dass vor allem in Wildtieren eine grosse Diversität an Viren zu finden ist, unter denen die nächste Epidemie oder, wie nun mit COVID19, Pandemie schlummert.

Weltweit findet ein weitumfassender Handel von Wildtieren statt, sowohl in Form von illegalem als auch legalem Handel mit Tieren, die Ihrem natürlichen Habitat entnommen werden, aber auch von solchen Arten, die aufgrund Ihrer Nachfrage in grossen Massstab in Farmen gezüchtet werden. Die Dimensionen, die das Thema Zoonosen betrifft, sind dabei weitreichender als es sich auf den ersten Blick erschliesst: Beispielsweise werden für die hohe Nachfrage an billigem Pelz für Kapuzen und Mützen Marderhunde in China in Farmen in grosser Anzahl gezüchtet. Diese Tiere stellten für SARS-CoV einen Zwischenwirt dar. In den Niederlanden wurden in den letzten Tagen SARS-CoV-2 Nachweise bei Nerzen in mehreren unabhängigen Pelzfarmen berichtet. Sowohl in den Herkunftsländern, aber auch bei uns werden durch Handel und unnatürliche Haltung von Wildtieren Brutstätten für Krankheitserreger geschaffen.

Deutschland stellt nach einer Studie der Organisation «Pro Wildlife» einer der Hauptabsatzmärkte von Wildtieren dar, darunter vor allem exotische Haustiere. Während der Import von Tierprodukten aufgrund der geringen Umweltstabilität der meisten Viren wahrscheinlich nur ein geringes Risiko für neuartige Krankheitsausbrüche darstellt, ist der Import von lebenden Wildtieren eine Box der Pandora – und zwar nicht nur für humanpathogene Erreger, sondern auch für neuartige Krankheitserreger für Nutz- und einheimische Wildtiere.

In den vergangenen Jahren wurden aus Deutschland, aus anderen europäischen Ländern und der USA ungewöhnliche Krankheitsgeschehen gemeldet, die durch exotische Haustiere eingeschleppt wurden: 2012-13 starben in Deutschland vier Menschen an einer Hirnhautentzündung durch ein bis dahin unbekanntes Bornavirus, das wahrscheinlich durch importierte Bunthörnchen eingeschleppt wurde. Mehrere Ausbrüche mit Kuh- und Affenpocken wurden durch Ratten und Präriehunde aus dem Haustierhandel beschrieben, sowie Erkrankungen durch das Seoul Hantavirus aus Nagetieren. Die Ursprungsorte, sowie die Handelswege dieser Tiere sind grösstenteils nicht oder nur schwer zu rekonstruieren, und in einigen Fällen sind Erkrankungsgeschehen in mehreren Ländern parallel aufgetreten, bevor die Quelle identifiziert werden konnte.

Bei einem Grossteil der gehandelten Arten handelt es sich dabei um legale Importe. Existierende Regularien, wie das Washingtoner Artenschutzabkommen, auch CITES genannt, wurden mit dem Blick auf den Artenschutz im Blick ins Leben gerufen, jedoch nicht, um vor dem Import von Krankheitserregern zu schützen. Da sich das Abkommen auf gefährdete Arten

beschränkt, umfasst es deswegen nur eine ganz kurze Liste von Hochrisikoarten für Zoonosen. Zum Beispiel sind nur wenige, ganz vereinzelte Arten an Fledermäusen genannt, die nur einen winzigen Bruchteil der weltweit über 1000 Arten abdecken. Das gleiche gilt auch für Nagetiere. Dabei wissen wir, dass der Grossteil neuartiger Viren aus diese beiden Säugergruppen stammt. Da viele dieser Arten jedoch nicht in Ihrem Bestand bedroht sind, ist der Handel möglich und mit ihm der Import von noch unbekannten Erregern.

Ein weiterer, meines Erachtens noch nennenswerter Aspekt des Wildtierhandels bezieht sich auf die Herkunftsländer. Viel weitgreifender als das direkte Risiko eines Erregerimports z.B. nach Deutschland, sind die Anreize für die lokale Bevölkerung der Herkunftsländer, in bestehende Ökosystemen einzugreifen und einzudringen, um besonders lukrative Arten zu jagen. Wir wissen, dass das Eindringen von Menschen in bislang abgeschiedene Lebensräume ein wichtiger Risikofaktor für den Wirtsübergang von neuen Viren darstellt.

Die kritische Beurteilung von Wildtierkonsum und -handel darf keine Stigmatisierung darstellen, da Konsum von Wildtieren in einigen Kulturen eine Tradition darstellt und in manchen Regionen die Proteinversorgung der lokalen Bevölkerung sicherstellt. Ganz klar davon abzugrenzen ist jedoch der kommerzielle Fang mit dem Ziel des internationalen Handels von Wildtieren. Dieser stellt für die Zielländer, aber noch mehr für die Ursprungsregionen ein langfristiges Gesundheitsrisiko dar, da durch Zerstörung von Ökosystemen und den kontinuierlichen engen Kontakt mit Wildtieren das Risiko für neuartige Krankheitsausbrüche vor Ort steigt. Durch die wichtigen Funktionen, die viele dieser Arten in Ihrem Ökosystem einnehmen, begünstigt der Wildhandel strukturelle Veränderungen, die den Übersprung von Reservoir-gebundenen Viren auf neue Wirte begünstigen.

Die Forschungslage zur Zoonosengefahr durch importierte Wildtiere ist aktuell nicht ausreichend, um die bestehenden Risiken vollständig zu erfassen. Das Erregerspektrum, welches wir in Wildtieren finden, ist so reich an neuen Varianten und so komplex, dass bislang keine geeigneten Methoden bestehen, Wildtiere vieler verschiedener Arten systematisch auf potentielle Krankheitserreger hin zu testen. Viele Arten tragen Viren in sich, deren Bedeutung für Mensch und Tier wir bislang nicht abschätzen können.

Kontrolle und Einschränkung von Wildtierhandel ist bislang vor allem auf den Artenschutz fokussiert, muss aber unbedingt um den Aspekt Gesundheitsschutz erweitert werden. Aus humanmedizinischer und virologischer Sicht erscheint in Hinblick auf die nicht abschätzbaren Risiken ein umfassendes Importverbot von Wildtieren angemessen. Die Forschung zu dem weiterhin stattfindenden illegalen Wildhandel sollte stärker gefördert werden und eine enge Verknüpfung von Artenschutz-Bestrebungen mit einer human- und veterinärmedizinischen Risikobewertung erfolgen, nicht nur in Deutschland, sondern auch in Herkunftsländern dieser Arten.

Prof. Dr. med. Isabella Eckerle
Zentrum für neuartige Viruserkrankungen
Universitätsklinikum Genf
Schweiz

ZOONOSEN: AUSWIRKUNGEN VON WILDTIERHANDEL, LEBENSRAUMZERSTÖRUNG UND ARTENSTERBEN

Wissenschaftler sowie Tier- und Artenschutzverbände warnen bereits seit Jahren vor den Gefahren des internationalen Wildtierhandels für Mensch und Tier – durch die Corona-Krise hat die Debatte die politische Ebene und eine breite Öffentlichkeit erreicht.

Hintergrundinformationen Zoonosen allgemein

- Rund 75% aller neuartigen Infektionskrankheiten sind Zoonosen (d.h. Krankheiten, die von Tieren auf den Menschen übertragen wurden)¹.
- **Mehr als 70% der Zoonosen stammen von Wildtieren².**
- **Der Wildtierhandel – und das betrifft ausdrücklich auch den LEGALEN Handel – gilt als großer Risikofaktor für die globale Verbreitung von Zoonosen^{3, 4}.**
- Umweltzerstörung, Artensterben und der internationale Handel mit Wildtieren fördern die Verbreitung von Krankheitserregern:
 - Menschen dringen immer tiefer in bisher unberührte Lebensräume vor.
 - Die menschengemachte Zerstörung führt zu Artensterben oder der Vertreibung der Wildtiere aus ihrem ursprünglichen Lebensraum.
 - Ein intakter Lebensraum weist eine hohe Artenvielfalt auf, die Ausbreitung von Krankheitserregern wird dadurch erschwert. Nimmt die Artenvielfalt jedoch ab, können sich Krankheitserreger unter den wenigen verbleibenden Arten schneller ausbreiten. Die Wahrscheinlichkeit, dass Viren auf andere Tierarten oder den Menschen überspringen, nimmt zu^{5 6}.
 - **Der Weltbiodiversitätsrat IPBES bezeichnet die direkte Ausbeutung der Natur als eine der fünf Hauptgründe für das Artensterben⁷.**
 - Erreger unterscheiden nicht, ob ihr Wirtstier legal oder illegal gehandelt wurde, sondern u.a. sind hygienische Bedingungen und Stresslevel zentrale Faktoren: Unhygienische und tierschutzwidrige Bedingungen bei Fang, Zwischenlagerung und Transport schaffen ideale

¹ <https://www.oie.int/en/for-the-media/onehealth/>

² Jones *et al.* (2008): Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451: 990-994

³ Travis *et al.* (2011): The spread of pathogens through trade in wildlife. *Revue scientifique et technique Revue Scientifique et Technique* 30(1): 219-39.

⁴ Chomel, B., Belotto, A., & F.X. Meslin (2007): Wildlife, Exotic pets, and emerging zoonoses. *Emerging Infectious Diseases* 1: 6-11.

⁵ <https://www.uni-ulm.de/nawi/nawi-home/nawi-detailseiten/news-detail/article/aids-ebola-sars-umweltzerstoerung-beguenstigt-infektionskrankheiten-1/>

⁶ <https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/coronavirus-zoonose-artenschutz-100.html>

⁷ IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Erhältlich (und zuletzt am 9. Juli 2019 aufgerufen) unter https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf

Voraussetzungen für die Verbreitung von Pathogenen. Außerdem treffen beim internationalen Wildtierhandel Tierarten aufeinander, die sich in der Natur niemals begegnen würden^{8,9}.

- Als Heimtiere gehandelte Exoten können eine Vielzahl von Krankheiten auf Menschen und Tiere übertragen^{10, 11, 12}.
 - Nicht aus jeder Zoonose muss eine Pandemie entstehen (Viele Erreger schaffen nach dem Sprung auf den Menschen keine weitere Ansteckung von Mensch zu Mensch), aber die Bandbreite möglicher Zoonosen ist angesichts des gehandelten Artenspektrums und -volumens nicht zu unterschätzen, was auch die Risiken für eine Pandemie erhöht.
 - Der Wildtierhandel gefährdet damit die Gesundheit von Menschen, die Tierhaltung in der Landwirtschaft, die Wirtschaft sowie die globale und heimische Artenvielfalt^{13, 14}. Letzteres ist u.a. aktuell am Beispiel des „Salamanderfresser“ (*Batrachochytrium salamandrivorans*) zu beobachten. Dieser für hiesige Schwanzlurche tödliche Hautpilz wurde über den Leberbierhandel mit asiatischen Molchen und Salamandern eingeschleppt¹⁵.
- Pro Wildlife hat im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Bundesamts für Naturschutz eine zweijährige Studie durchgeführt, die im März 2020 veröffentlicht wurde und den Handel von Reptilien, Amphibien und exotischen Säugern in Deutschland untersucht hat¹⁶. Diese Studie zeigt:
- Dass ein sehr großes Spektrum an Arten im deutschen Heimtierhandel angeboten wird. Innerhalb eines Jahres wurden über 2.000 Arten von Reptilien, Amphibien und exotische Säuger online, auf Tierbörsen und in Zoofachgeschäften angeboten.
 - Das Artenspektrum befindet sich in einem stetigen Wandel.
 - **Importe: Es liegen keine genauen Daten vor, wie viele lebende Wildtiere jährlich nach Deutschland eingeführt werden.**
 - Der Handel mit Wildtieren in Deutschland ist größtenteils unreguliert.
 - **Freiwillige Maßnahmen des Handels und von Online-Plattformen sind nicht ausreichend. Gesetzgeberische Maßnahmen sind dringend erforderlich.**

⁸ Ashley *et al.* (2014): Morbidity and Mortality of Invertebrates, Amphibians, Reptiles, and Mammals at a Major Exotic Companion Animal Wholesaler. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 17(4): 308-21.

⁹ Akhtar (2013): The need to include animal protection in public health policies. *J. Public Health Policy* 34(4): 549-559.

¹⁰ Rabsch (2016): Kleinkind-Salmonellosen durch Reptilien im Haushalt. Robert-Koch-Institut, Vortrag, BfR-Symposium Zoonosen und Lebensmittelsicherheit 10.-11.11.2016.

¹¹ Travis *et al.* (2011): The spread of pathogens through trade in wildlife. *Revue scientifique et technique Revue Scientifique et Technique* 30(1): 219-39.

¹² Moutou & Pastoret (2010): Why own an exotic pet? *Revue scientifique et technique (International Rev Sci Tech.* 29(2):359-65.

¹³ Durand *et al.* (2013): Identification of hotspots in the European Union for the introduction of four zoonotic arboviruses by live animal trade. *Plos One* 8(7): e70000.

¹⁴ Smith *et al.* (2009): Reducing the Risk of the Wildlife Trade. *Science* 324(5927): 594-595.

¹⁵ <https://www.ruhr24.de/ruhrgebiet/ruhrgebiet-hautpilz-erreger-bsal-asien-wald-salamanderpest-spaziergang-coronavirus-wanderer-zr-13667888.html>

¹⁶ Altherr *et al.* (2020): Strategien zur Reduktion der Nachfrage nach als Heimtiere gehaltenen Reptilien, Amphibien und kleinen Säugetieren. *BfN-Skripten* 545, 466 S.

- Deutschland ist einer der Hauptabsatzmärkte für exotische Heimtiere in der EU¹⁷, darunter auch hunderte Arten exotischer Säuger^{18, 19}.
- **Jährlich werden in Deutschland hunderttausende lebende exotische Tiere gehandelt; das meiste davon ist völlig legal^{20, 21}.**

Bisherige politische Maßnahmen: Nur punktuell und reaktiv

- **Vogelgrippe:** Importverbot für Wildvögel seit 2005 (dauerhaft seit 2007)²²:
 - Die EU beauftragte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit, ein Gutachten über die Risiken des Wildvogelhandels für Tiergesundheit und Tierschutz zu erstellen. Dieses zeigte, dass wildgefangene und gezüchtete Vögel selten mit Sicherheit voneinander zu unterscheiden sind und Kennzeichnungsmethoden keine Abhilfe schaffen. Daher ist die Einfuhr von Vögeln nur aus bestimmten registrierten Zuchtbetrieben möglich.
 - Einfuhren nur aus registrierten Zuchtbetrieben möglich.
- **Affenpocken:** Ab 2003 EU-Einfuhrverbote für Präriehunde aus den USA und einige afrikanische Nager²³. Der Handel mit anderen Arten und aus anderen Regionen bleibt erlaubt
- **„Salamanderfresser“:** Seit 2019 Quarantäne-Verordnung für den Handel mit Schwanzlurchen²⁴

Präventive Maßnahmen wären erforderlich:

- Deutschland/EU:
 - Importverbot für Wildvögel auf alle Wildtiere ausweiten.
 - Haltung von Heimtieren bundeseinheitlich in einer Positivliste regeln.
 - Kennzeichnungspflicht der Herkunft von Tieren
 - Strikte Auflagen für Internethandel & Verkauf über Tierbörsen
- International:
 - Stärkeres internationales Engagement zum Erhalt von Lebensräumen und Ökosystemen
 - Kampf gegen illegalen, aber auch legalen Wildtierhandel
 - Präventiver Arten-, Natur- und Klimaschutz als Maxime der deutschen sowie europäischen Politik

¹⁷ Janssen & De Silva (2019): The presence of protected reptiles from Sri Lanka in international commercial trade. *TRAFFIC Bulletin* 31(1): 9-15.

¹⁸ Altherr *et al.* (2020): *ibidem*

¹⁹ Fischer *et al.* (2015): Endstation Wohnzimmer: Exotische Säugetiere als Haustiere. Pro Wildlife (Hrsg.), München, 32 S.

²⁰ Altherr *et al.* (2020): *ibidem*

²¹ Auliya *et al.* (2016): Trade in live reptiles, its impact on wild populations, and the role of the European market. *Biological Conservation* 204: 103-119.

²² <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2007/318/2008-04-24/deu/pdf>

²³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003D0459&from=IT>

²⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D0320&from=EN>

Beispiele für Zoonosen der vergangenen Jahre

- Das **Coronavirus SARS-CoV-2** verursacht die Zoonose COVID-19. Der genaue Übertragungsweg wird momentan noch erforscht. Die WHO und diverse Wissenschaftler bestätigen, dass das Virus nicht künstlich in einem Labor hergestellt, sondern von einem Wildtier auf den Menschen übertragen wurde. Die Wissenschaft geht aktuell davon aus, dass das Virus ursprünglich von Fledermäusen stammt und über einen Zwischenwirt auf den Menschen übertragen wurde. Als Zwischenwirt wurden zunächst Schlangen und Schuppentiere in Erwägung gezogen, aktuell stehen auch Marderhunde zur Diskussion.²⁵
- 2012/2013: In Deutschland starben drei Züchter von Bunthörnchen und eine Tierpflegerin an einer tödlich verlaufenden Enzephalitis²⁶. Laut Friedrich-Löffler-Institut hatten sie sich zuvor bei ihren Tieren mit **Bornaviren** infiziert. Das Virus wurde bei Bunthörnchen (ursprünglich aus Mittelamerika stammend)- und Schönhörnchen (in Süd- und Südostasien verbreitet, in mindestens fünf deutschen Bundesländern nachgewiesen^{27, 28, 29}). Auch in Reptilien und Vögeln³⁰ konnten Bornaviren nachgewiesen werden.
- Ab 2003: Die **Vogelgrippe** tötet hunderte Menschen. Verantwortlich hierfür war das H5N1-Virus, das nicht nur in Geflügelzuchtbetrieben, sondern auch bei importierten Papageien nachgewiesen wurden. 2005 erließ die EU daher ein Importverbot für Wildvögel. Andere Wildtierarten können jedoch weiterhin in der EU frei gehandelt werden.
- 2003: In den USA erkrankten mehr als 70 Menschen an **Affenpocken**³¹. Die Menschen hatten sich bei Präriehunden angesteckt, die sie als exotische Heimtiere hielten. Das Virus war zuvor offenbar in Tierhandlungen von importierten Nagetieren wie Gambia-Riesenhamsterratten und Afrikanischen Streifenhörnchen auf die Präriehunde übertragen worden³².
- 2002/2003: In 37 Ländern infizierten sich mehr als 8.000 Menschen mit **SARS (Schweres Akutes Respiratorisches Syndrom)**, mehr als 770 starben an der SARS-Epidemie. Der Erreger hatte seinen Ursprung auf einem chinesischen Tiermarkt. Das Virus stammte ursprünglich von Fledermäusen und wurde über Larvenroller und Marderhunde als Zwischenwirte auf den Menschen übertragen³³.

²⁵ <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/03/200317175442.htm>

²⁶ BNITM (2018): Weitere schwere Enzephalitis-Fälle durch Bornaviren. Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin. Mitteilung vom 29.3.2018. <https://bit.ly/2BGHd6x>.

²⁷ Friedrich-Löffler-Institut (2016): Weitere Fälle von Bunthörnchen-Bornavirus 1 fest-gestellt. Kurznachricht vom 1. März. <https://bit.ly/2TQvZ6D>

²⁸ Friedrich-Löffler-Institut (2015a): Neues Bornavirus auf den Menschen übertragbar – Komplettes Erbgut des Virus entschlüsselt. Presseinformation vom 9. Juli.

www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/Document_derivate_00011811/FLI-Pressinformation2015-06.pdf

²⁹ Friedrich-Löffler-Institut (2015b): FLI stellt neues Bornavirus auch bei Schönhörnchen fest. Kurzmitteilung vom 5. November. <https://bit.ly/2N9CtLd>

³⁰ <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/borna-virus/>

³¹ Hutson *et al.* (2007): Monkeypox zoonotic associations: insights from laboratory evaluation of animals associated with the multi-state US outbreak. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 76: 757-768.

³² Vaughan *et al.* (2018): Two cases of monkeypox imported to the United Kingdom, September 2018. *Eurosurveillance* 23(38): 1800509. <https://bit.ly/2DKAgBP>.

³³ Smith (2006): Responding to global infectious disease outbreaks: lessons from SARS on the role of risk perception, communication and management. *Soc. Sci. Med.* 63(12): 3113-3123.



13. Mai 2020

Fachgespräch Zoonosen

Umweltausschuss des Bundestages

Dr. Sandra Altherr, Pro Wildlife e.V.

sandra.altherr@prowildlife.de

Illegal vs. legal Handel

- Bekämpfung des illegalen Wildtierhandels als Forderung
- Doch auch der legale Handel ist potentieller Einfallstor für Zoonosen



Tiermarkt China



Tierhändler Paraguay



Großhändler USA (Quelle PETA)



Reptilienbörse Deutschland

Beispiel Heimtierhandel

- Aktuelle Studie zum Handel mit Reptilien, Amphibien und exotischen Säugern als Haustiere in Deutschland
 - Handel ist größtenteils unreguliert
 - > 2.000 Arten in Studie nachgewiesen
 - Artenspektrum ist im ständigen Wandel
- Dreiviertel der angebotenen Arten nicht durch CITES geschützt ⇒ Importe entsprechen einer Black Box

Sandra Altherr, Daniela Freyer und Katharina Lameter

Strategien zur Reduktion der Nachfrage
nach als Heimtiere gehaltenen Reptilien,
Amphibien und kleinen Säugetieren



Gesundheitliche Risiken

- Bedingungen bei Fang, Zwischenlagerung und Transport schaffen ideale Voraussetzungen für die Vermehrung von Pathogenen
- Nicht jede Zoonose wird zur Pandemie, aber die Bandbreite möglicher Zoonosen ist angesichts des gehandelten Artenspektrums nicht zu unterschätzen
- Vier Tote durch Bornaviren, übertragen durch Bunthörnchen



Bisherige Maßnahmen

- Affenpocken ⇒ EU-Einfuhrverbot ab 2003 für Präriehunde aus den USA und einige afrikanische Nager
 - Vogelgrippe ⇒ Importverbot für Wildvögel seit 2005
 - „Salamanderfresser“ ⇒ Quarantäne-Verordnung seit 2019 für den Handel mit asiatischen Schwanzlurchen
- ⇒ Gesetzgeberische EU-Maßnahmen bisher punktuell und reaktiv

Politische Forderungen

Wir begrüßen die Zusagen der Bundesregierung, sich noch stärker beim internationalen Schutz von Lebensräumen und Ökosystemen einzusetzen.

Aber wir sehen auch eine Verantwortung Deutschlands und der EU als Absatzmarkt für lebende Wildtiere – nicht nur aus Artenschutzsicht, sondern u.a. auch mit Blick auf potentielle Zoonosen.

Der Handel mit lebenden Wildtieren nach und in Deutschland muss endlich strenger reguliert werden!



Referenzen:

- [1] Jones *et al.* (2008): Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 451: 990-994
- [2] Johnson *et al.* (2020): Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk. *Proc. Royal Soc B*, <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2736>
- [3] Altherr *et al.* (2020): Strategien zur Reduktion der Nachfrage nach als Heimtiere gehaltenen Reptilien, Amphibien und kleinen Säugetieren. *BfN-Skripten* 545, 466 S.
- [4] Janssen & De Silva (2019): The presence of protected reptiles from Sri Lanka in international commercial trade. *TRAFFIC Bulletin* 31(1): 9-15.
- [5] Fischer *et al.* (2015): Endstation Wohnzimmer: Exotische Säugetiere als Haustiere. Pro Wildlife (Hrsg.), München, 32 S.
- [6] Auliya *et al.* (2016): Trade in live reptiles, its impact on wild populations, and the role of the European market. *Biological Conservation* 204: 103-119.

Ansprechpartner:

Dr. Sandra Altherr, Pro Wildlife, Engelhardstr. 10, 81369 München, Tel. 089 / 81299-509;
sandra.altherr@prowildlife.de



Die vorliegende Stellungnahme gibt nicht die Auffassung des Ausschusses wieder, sondern liegt in der fachlichen Verantwortung des/der Sachverständigen. Die Sachverständigen für Anhörungen/Fachgespräche des Ausschusses werden von den Fraktionen entsprechend dem Stärkeverhältnis benannt.

Universität Ulm | 89069 Ulm | Germany

Fakultät Naturwissenschaften
Evolutionsoökologie und
Naturschutzgenomik (Biologie III)

Prof. Dr. Simone Sommer
Institutsdirektorin

Albert-Einstein-Allee 11
89081 Ulm, Germany
Tel: +49 731 50-22660
Simone.Sommer@uni-ulm.de

Sekretariat
Tel: +49 731 50-22661
Fax: +49 731 50-22683

08.05.2020

71. Sitzung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Mittwoch, 13. Mai 2020, per Videokonferenz)

Öffentliches Fachgespräch zum Thema "Zoonosen - Ursache, Verbreitung, Vorbeugung"

Mein Statement / Pressemitteilung:

Pandemien sind menschengemacht - Wildtierhandel, Massentierhaltung und Naturzerstörung als Ursachen für Zoonosen

Viren sind keine spontan auftretenden Geiseln der Menschheit, sondern natürliche Bestandteile unserer Ökosysteme. Pflanzen und Tiere, der Mensch eingeschlossen, koexistieren mit einer Vielzahl von Viren und anderen Erregern, an die sich ihre jeweilige Immunabwehr durch das permanente Wettrüsten von Pathogen und Wirt im Laufe ihrer Evolution angepasst haben. Neuartige Infektionskrankheiten, zoonotische Erkrankungen können dann entstehen, wenn naive Arten mit Erregern konfrontiert werden, an denen ihr Immunsystem nicht angepasst ist. **Durch Menschen gestörte Umwelt- und Lebensbedingungen eröffnen Viren und Co. neue Übertragungsmöglichkeiten - Arten kommen miteinander in Kontakt, die sich unter natürlichen Bedingungen niemals begegnet wären.**

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass Zoonosen meist in Verbindung stehen mit

- **Verzehr von Wildtierfleisch, d.h. Wildtierhandel, oder**

- **Massentierhaltung, oder**
- **Umweltzerstörung und Veränderungen der Landnutzung.**

Unsere Weltbevölkerung ist inzwischen auf 7,8 Milliarden Menschen angestiegen. Die Erde hat viele Kippunkte erreicht. Darunter ist der Verlust natürlicher Lebensräume und der Biodiversität, da der Mensch in immer weiter entlegene Regionen, wie z.B. die verbleibenden Regenwälder Asiens, Afrikas oder Südamerikas eindringt, um Siedlungen zu bauen, für wasservergiftende Bergbauprojekte, riesige Staudammprojekte, aber vor allem auch um Monokulturen anzulegen - riesige Plantagen von Ölpalmen, Soja und Zuckerrohr - primär für Nutzung und Verbrauch in der westlichen Welt.

Dadurch werden die Lebensräume von Tieren zerstört. Artengemeinschaften verändern sich, sensitive Arten nehmen in ihrer Abundanz ab oder verschwinden ganz - die biologische Vielfalt wird reduziert. Gleichzeitig besetzen so genannte Generalisten und invasive Arten die freiwerdenden ökologischen Nischen und nehmen in ihrer Häufigkeit zu. Sogenannte Randeffekte entstehen und das ökosystemare Gefüge wird stark gestört. Als Folge der Veränderung der Landnutzung und Naturzerstörung kommt der Mensch und seine Nutztiere mit Wildtieren immer näher in Kontakt und trifft auf Erreger, die für Menschen potentiell gefährlich sind, weil sie neu für dessen Immunsystem sind und deshalb die Immunabwehr nicht so ablaufen kann, wie bei der Konfrontation mit bekannten Erregern. Die Kontaktrate von Mensch, Nutztier und Wildtier hat sich also drastisch erhöht. Und das hat auch Konsequenzen für die Entstehung neuartiger Viren, der Übertragungsmöglichkeiten von Viren und somit der Entstehung neuer Zoonosen.

Die Corona-Krise bestätigt, dass die Erde viele Kippunkte erreicht hat und Menschheit an einem Wendepunkt steht: Sie muss die verbleibenden Naturräume bewahren. Umwelt- und Artenschutz muss endlich den notwendigen Stellenwert bei politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen bekommen, der im Sinne von OneHealth/EcoHealth und nicht zu vergessen Klimaschutz notwendig ist!

Bei Rückfragen bitte per email bei mir melden.

Mit freundlichen Grüßen,

Simone Sommer