

Influenza in Deutschland: Als Zoonose durch Trinkwasser übertragbar ?

Hinweise und Indizien

Wilfried Soddemann

Influenza ist eine klassische virale Zoonose. Neben den Wasservögeln als Reservoir für Influenza wird (Wild-)Schweinen eine entscheidende Rolle für die Entstehung neuer Influenza-Subtypen zugeschrieben. Influenza tritt jedes Jahr saisonal, mit vom Temperaturverlauf abhängigen Verschiebungen, überwiegend in dem Zeitraum auf, in dem sich in Deutschland auch das Temperaturminimum der Oberflächengewässer und oberflächennahen Grundwässer und damit der Böden mit den oberflächennah, aber frostfrei verlegten Wasserleitungsnetzen einstellt.

Die geografischen Verteilungen der akuten respiratorischen Erkrankungen (ARE) der Saison 2003/04 und der nachgewiesenen Influenza-Inzidenzen der Jahre 2001-2004 zeigen, dass Influenza keine Erkrankung der Großstädte und Ballungsgebiete ist. Die Lehrmeinung der primären biotischen Tröpfcheninfektion scheint daher wenig wahrscheinlich, vielmehr muss nach von der Kälte abhängigen abiotischen Vehikeln gesucht werden.

Während der jährlichen Influenza-Saison ist bei vielen zentralen Wasserversorgungsanlagen eine perfekte Kühlkette von der Wasserentnahme bis zum Hausanschluss mit etwa 4 °C gegeben. Wasser, pH-Werte >7 und Temperaturen von 4 °C konservieren aktive Influenza-Viren. Die dargelegten Hinweise und Indizien zeigen, dass Trinkwasser dasjenige unbelebte Vehikel sein könnte, mit dem konservierte aktive Influenza-Viren von den Reservoirs zum Menschen gelangen.

Influenza in Deutschland

Die Influenza ist eine vorwiegend endemisch, bisweilen epidemisch und in größeren Abständen pandemisch auftretende akute Infektionskrankheit der Luftwege, die durch Influenzaviren hervorgerufen wird. Akute Erkrankungen der Atemwege, auch als "Erkältungskrankheiten" bezeichnet, können durch zahlreiche Virusarten wie insbesondere das Respiratory Syncytial-Virus (RSV) hervorgerufen werden. Eine Abgrenzung der Influenza von son-

stigen infektiösen Erkrankungen der Luftwege ist nicht nur aus epidemiologischen Erwägungen erforderlich, jedoch an Laboratoriumsuntersuchungen gebunden (RKI 1999a).

Von den drei serologisch unterscheidbaren Influenzavirustypen A, B und C ist der Typ A die häufigste Ursache von Epidemien und Pandemien. Die Influenzaviren werden in der Familie der Orthomyxoviridae zusammengefasst. Die Viruspartikel sind sphärisch oder pleomorph mit einem Durchmesser von 80 bis 120 nm (0,08 µm bis 0,12 µm). Das Genom besteht aus acht (Influenzaviren A und B) bzw. sieben Segmenten (Influenzavirus C) linearer, einzelsträngiger RNS mit negativer Polarität. Influenzaviren A und B besitzen ein Hämagglutinin-(HA-) und ein Neuraminidase-(NA-) Glykoprotein. Das Influenzavirus unterscheidet sich von anderen Viren durch ständige Veränderung seiner Oberflächenantigene und die Fähigkeit zum Reassortment der Genomsegmente. Es hat

Kontakt:

Bauassessor Dipl.-Ing. Wilfried Soddemann
Wilhelm-Ziemons-Straße 103
52078 Aachen
eMail: soddemann-aachen@t-online.de

Antigendrift und Antigen shift

Man beobachtet beim Influenzavirus Typ A geringgradige, mehr oder weniger stetige Antigenvariationen (antigenic drift) und in größeren Zeitabständen sprunghaft auftretende, stärkere Änderungen der Antigenpezifität (antigenic shift). Antigendrift wird in geringerem Umfang auch bei Influenza-B-Viren beobachtet und beruht auf Punktmutationen, die nur zu einer leichten Veränderung der Oberflächenantigene führen. Das unvermittelte Auftreten eines neuen Subtyps wird dagegen nur beim Influenza-A-Virus gesehen. Dieser Antigen-sprung kommt durch den besonders wichtigen Mechanismus der Genom-Neuzusammensetzung infolge eines Reassortments zustande. Durch Infektion einer Zelle mit zwei unterschiedlichen Influenza-A-Viren oder mit Mutanten des gleichen Stammes können Nachkommen entstehen, die in ihrem Genom die Gene beider Ausgangsviren in unterschiedlicher Kombination enthalten können. Die Driftperioden sind durch neue Varianten, der Antigen shift durch neue Subtypen des Influenza-A-Virus charakterisiert.¹

Das Auftreten eines neuen Subtyps kann wegen des Fehlens einer entsprechenden Populationsimmunität zur ungehemmten weltweiten Ausbreitung des Erregers führen (Pandemie) (RKI 1999a).

Alle verfügbaren Daten zeigen, dass neue humane Influenzavirus-Stämme durch genetisches Reassortment zwischen einem humanen Stamm und einem solchen aus einem Säugetier oder Vogel entstehen. Aus sozioökogeographischen Gründen spielte sich dieses Geschehen bisher überwiegend in China ab (RKI 1999a).

Übertragung der Influenza

Influenza A-Viren verursachen in der Regel Erkrankungen bei Menschen, Schweinen, Pferden und Vögeln. Alle bisher identifizierten Subtypen wurden aus Wasservögeln isoliert; nur wenige sind auch für Vögel pathogen, die als das primäre Reservoir für alle Influenzavirus-A-Subtypen angesehen werden. Vereinzelt konnten aviäre Viren auch aus Robben, Walen und Nerzen isoliert werden. In kalten Oberflächengewässern sind Influenzaviren über längere Zeit stabil, was sicherlich zu ihrer weiten Verbreitung in Vogelpopulationen beiträgt (RKI 1999a).

Aufgrund dieser Tatsache eröffnet sich die Möglichkeit, dass weitere Tiere zur Übertragung der Zoonose Influenza beitragen können, da in ihnen Viren oder Antikörper nachgewiesen wurden: wildlebende Tiere, u.a. Wasservögel (Wildenten, Schwäne), Tauben, Fasane, Finken, Wachteln, Wanderfalken, Meeresvögel (Seeschwalben, Möwen), Säugetiere des Meeres (Wale, Robben), und Nutz- sowie Haustiere, wie Hausgeflügel (Hühner, Gänse, Truthähne), Frettchen (Iltis, Stinktiere), Nerze, Kaninchen, Eichhörnchen, Waschbären, Ziegen, Schafe, Mäuse, Ratten, Schweine, Wildschweine, Pferde, Rinder, Hunde (Zwingerhusten), Katzen sowie Regenwürmer mit den Larven des Lungenwurms im 3. Stadium. Mit ziemlicher Sicherheit werden zukünftig noch weitere mit Influenza A infizierte Tierarten entdeckt (WEBSTER 1998).

Schweine sind empfindlich gegenüber Infektionen mit aviären und humanen Influenza A-Viren und können somit als "Reaktionsgefäß" für das Entstehen neuer, auch humanpathogener Stämme dienen. Falls beim genetischen Reassortment das europäisch-asiatisch verbreitete Wildschwein (*Sus scrofa scrofa*, englisch wild boar) ebenfalls eine bedeutsame Rolle als „Reaktions- und Mischgefäß“ spielt, kann sich das Reassortment auch in dessen gesamtem Verbreitungsgebiet in der freien Wildbahn Eurasiens abspielen (ZOO BASEL o.J., Abb. 6). Ein besonders großes Reservoir von Influenza-A-Viren existiert bei Vögeln (z.B. Wassergeflügel, Hühner). Obwohl Antikörpernachweise belegen, dass eine Übertragung von Vogelviren auf den Menschen selten stattfindet, erfolgte der erste Nachweis einer direkten Übertragung eines Vogel-Influenza-A-Virus vom Subtyp H5N1 (bisher nur bei Vögeln nachgewiesen) in Hongkong im Mai 1997 bei einem dreijährigen Jungen. Da im November und Dezember desselben Jahres weitere sporadische Erkrankungsfälle beim Menschen auftraten, ist eine Adaptierung an den neuen Wirt über die Entstehung von Virusmutanten durchaus denkbar. Auch ein Reassortment im Falle einer Doppelinfektion eines Menschen mit dem aviären und einem humanpathogenen Influenza A-Virus könnte zum Auftreten eines neuen, für den Menschen hochpathogenen Subtyps führen.

Die hohe genetische Variabilität der Influenzaviren erfordert gerade in der akuten Situation der historisch beispiellosen Ausbreitung der Vogelgrippe H5N1 eine weltweite und permanente Überwachung des Influenzageschehens (RKI 1999a, WHO 2004b), selbstverständlich bei Tier und Mensch sowie in der Umwelt insgesamt. Man muss konstatieren, dass in Deutschland das Wissen zu Influenza-Viren in der Umwelt und zu Influenza-Viren sowie Influenza-Antikörpern in den verschiedenen wildlebenden Tieren, Nutz- und Haustieren ebenso gering ist wie das Wissen zu Influenza-Viren in Gewässern und im Trinkwasser als pathogene Erreger für Menschen und auch für Nutztiere. Er ist zu hinterfragen, auf welcher Grundlage in den Impfpfehlungen des RKI (RKI 2004b) die vielen Nutztierherzeuger (Landwirte) nicht aufgeführt werden. Die Influenza B hingegen kommt nur beim Menschen vor und kann ebenfalls epidemisch auftreten; der Krankheitsverlauf ist aber im Allgemeinen milder. Ein Antigen shift ist nicht bekannt. Die Influenza C tritt nur sporadisch auf und führt zu milden Erkrankungen; dieses Virus wurde bei Mensch und Schwein nachgewiesen.

Da die Immunität subtyp- bzw. variantenspezifisch ist, kann der Mensch im Laufe seines Lebens mehrfach an Influenza erkranken. Das Influenzavirus vermehrt sich in den Epithelzellen der oberen Luftwege (RKI 1999a). Der Mensch scheidet den Erreger insbesondere mit schleimigem, vergleichsweise grobem und schwerem Sekret der oberen Atemwege aus. Speichel aus dem vorderen Bereich des Mundes, dessen feine Tröpfchen beim Husten, Niesen, Räuspern und Sprechen verbreitet werden, enthält weit weniger Viren (ANONYM 2003, GOLDMANN 2001).

¹ Die Subtypen und Varianten werden durch den ersten Fundort, eine laufende Nummer, die Jahreszahl und durch eine Antigenformel bezeichnet, welche sich von den Antigenen Hämagglutinin=H und Neuraminidase=N ableitet, z.B. Influenza A/Wuhan/359/95 (H3N2).

Summary

Transfer of Influenza by Drinking-Water in Germany? - Clues and Indicators

Influenza is a classic viral zoonosis. Beside the role of water birds as virus reservoir, wildboar and swine seems to be decisive for the development of new subtypes of influenza. Every year influenza occurs seasonally with shiftings depending on temperature regime, but mostly during periods when surface water and groundwater near the surface achieve minimal temperature in Germany.

Influenza is no disease only typical for large cities and congested urban areas as indicated by the geographic distribution of acute respiratory diseases (ARE) of the season 2003/04 and proven incidences of influenza in the years 2001-2004. Therefore the doctrine of biotic droplet infection as the main path of infection seems to be less probable; research regarding abiotic vehicles depending on coldness should rather be preferred. Many central waterworks provide water, that continuously keeps a temperature about 4 °C from the source to household facilities during the annual influenza season. Influenza viruses are preserved by water with pH-values above 7 at a temperature of 4 °C. Thus the outlined clues indicate, that drinking-water may be that abiotic vehicle to permit preserved influenza viruses to reach men.

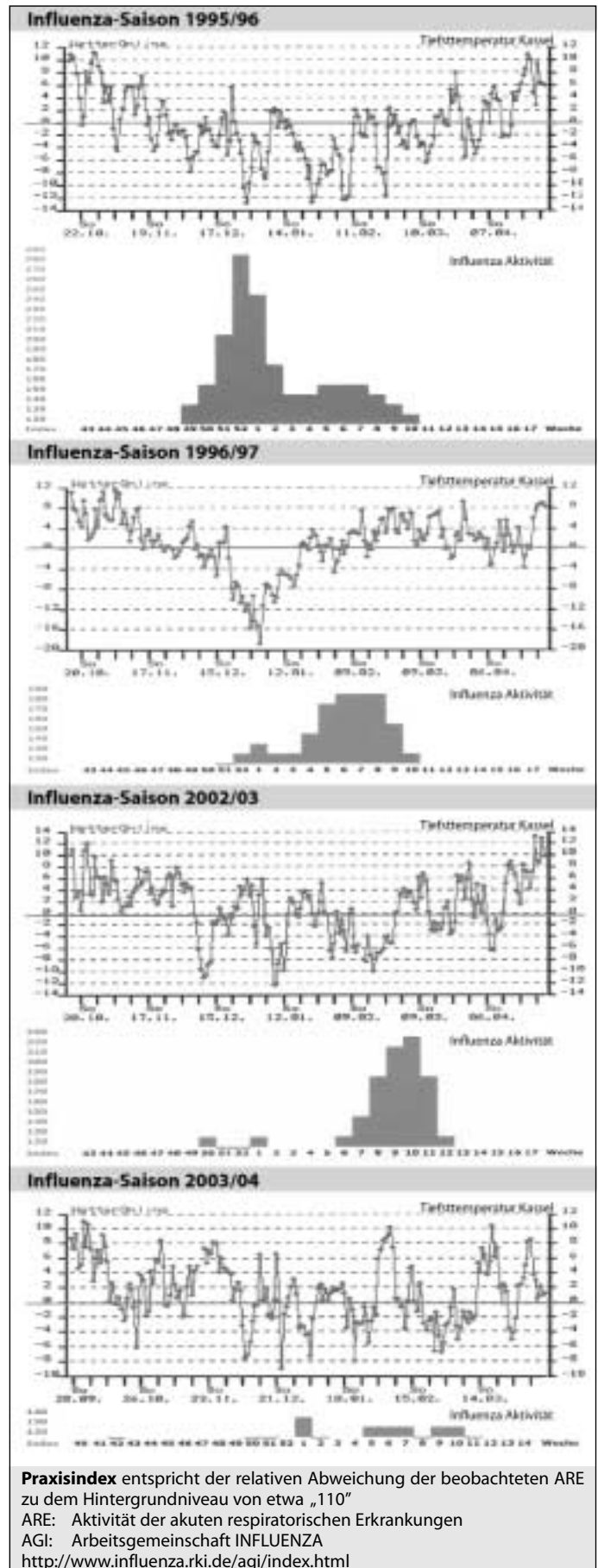
eine besondere Affinität zu den Schleimhautepithelien des Respirationstraktes, in denen es sich vermehrt (RKI 1999a).

Verbreitung der Influenza

Influenza-A-Epidemien treten in den gemäßigten Zonen der nördlichen Hemisphäre mit ihren kalten Wintern normalerweise jährlich während der Periode Dezember bis Februar und jene des Typs B während der Periode Februar bis März auf (UCLG 2003). Auch in Deutschland treten die Epidemien mit ausgeprägt singulären örtlichen und regionalen Unterschieden und einem signifikanten Schwerpunkt in den kälteren Regionen auf. Die Influenza-Maxima finden sich meistens im Februar und März (AGI 2003). Zeitverschiebungen ergeben sich im konkreten Jahr nach dem saisonalen Temperaturgang. Jährlich sind in Deutschland 10% bis 20% der Bevölkerung betroffen (entsprechend 8-16 Mio. Menschen) (AGI 2003).

Influenza und Temperaturverlauf

Die Zusammenhänge zwischen dem Temperaturverlauf und dem Auftreten der Influenza lassen sich an Hand bekannter Daten zeigen, in dem für die letzten 10 Jahre von 1994/95 bis 2003/04 die Ganglinien der mittleren Tiefsttemperatur Deutschlands (Wetterstation Kassel) und die Verläufe der Intensität (Index) der Akuten Respiratorischen Erkrankungen (ARE) in Deutschland, veröffentlicht von der Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI 2004), einander gegenübergestellt werden. Abb. 1 zeigt vier Beispiele.

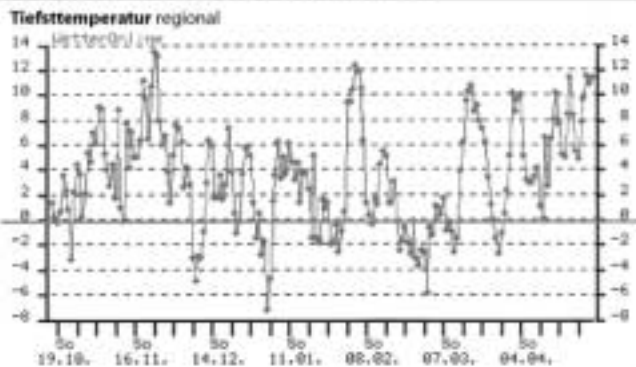


Praxisindex entspricht der relativen Abweichung der beobachteten ARE zu dem Hintergrundniveau von etwa „110“
 ARE: Aktivität der akuten respiratorischen Erkrankungen
 AGI: Arbeitsgemeinschaft INFLUENZA
<http://www.influenza.rki.de/agi/index.html>

Abb. 1 a) - d): Ganglinien Tiefsttemperatur und Index ARE - Deutschland Mittelwerte (Quelle: AGI 2004)

Örtliche Singularitäten 2003/04

Beispiel Flusswasserentnahme

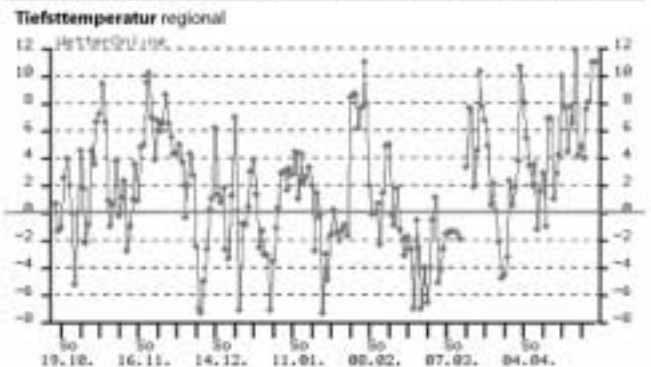


Influenza - Aktivität Quelle: AGI

Öffentliche Wasserversorgung

Oberflächenwasserentnahme aus der fließenden Welle. Siebe, Ozonbehandlung, Flockungfiltration, Sandfilter, Chlordioxid, Trinkwasser pH-Wert > 7. Versorgte Einwohner etwa 100.000.

Beispiel Grundwasser aus Vulkangestein

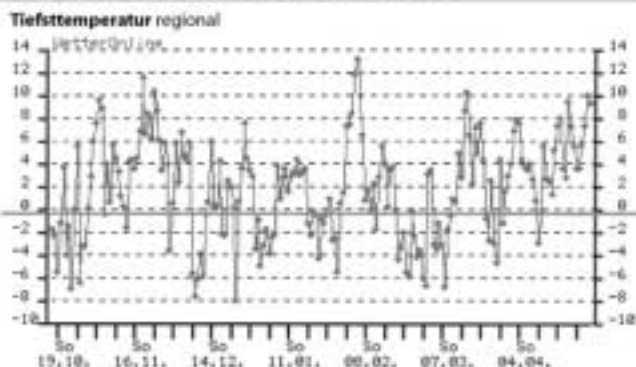


Influenza - Aktivität Quelle: AGI

Öffentliche Wasserversorgung

Vielzahl von Klufgrundwasserentnahmen aus vulkanischen Basaltklüften, keine Trinkwasseraufbereitung. Im den Einzugsgebieten Seen, Teichwirtschaft, Quellen Brunnen. Versorgte Einwohner etwa 10.000 in 12 Ortsteilen.

Beispiel Grundwasser und Fluss

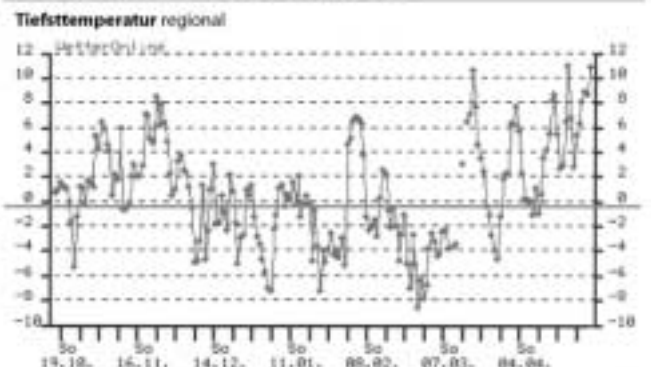


Influenza - Aktivität Quelle: AGI

Öffentliche Wasserversorgung

Grundwasserentnahme aus Lockergestein mit 70 Meter tiefen Brunnen. Zufluss eines Oberflächengewässers, das zuvor einen See durchfließt, und in Versickerungsteiche im Wassergewinnungsgelände einmündet. Trinkwasser pH-Wert 8. Wasserschutzgebiet für engeres Einzugsgebiet 10 km². Kein WSG für oberirdisches Einzugsgebiet von 35 km². Versorgte Einwohner etwa 6.000 in 20 Ortsteilen.

Beispiel Trinkwassertalsperre



Influenza - Aktivität Quelle: AGI

Öffentliche Wasserversorgung

Trinkwassertalsperre
Eisdecke auf der Talsperre
Flockungfiltration, Trinkwasser pH-Wert > 8.
Versorgte Einwohner etwa 75.000.

Deutschlandkarten zur Darstellung der ARE-Aktivitäten

ARE: Aktivität der akuten respiratorischen Erkrankungen · AGI: Arbeitsgemeinschaft INFLUENZA · <http://www.influenza.rki.de/agi/index.html>

Abb. 2 a) - d): Örtliche Ganglinien Tiefsttemperatur und Index ARE/Wassergewinnung (Quelle: AGI 2004)

Influenza und Wassergewinnung

In der Saison 2003/2004 erfolgte die epidemiologische Überwachung der Influenza erneut durch die Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI) als Kooperation des Robert Koch-Instituts (RKI; wissenschaftliche Federführung), des Deutschen Grünen Kreuzes (DGK) und des Nationalen Referenzzentrums (NRZ) für Influenza am RKI in Berlin und am Niedersächsischen Landesgesundheitsamt, Hannover. Als Datengrundlage dienten die von 818 Sentinelpraxen wöchentlich gemeldeten Angaben zu den beobachteten akuten respiratorischen Erkrankungen (ARE), die Ergebnisse der virologischen Untersuchung von Patientenproben und die nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) an das RKI übermittelten Influenza-Nachweise. Die Webseite der AGI erlaubt den Zugang zu täglich bzw. wöchentlich aktualisierten Daten und grafischen Darstellungen aus den o.g. Quellen. Erstmals war auch eine regionspezifische Darstellung der Positivenrate, der Erkrankungsaktivität und der Viruszirkulation abrufbar (RKI 2004a).

Die Übertragung der Influenza in Abhängigkeit von der Temperatur (Kälte) ergibt sich aus dem Vergleich des saisonalen Verlaufs der für Deutschland mittleren Tiefsttemperatur (Kassel) mit dem saisonalen Gang der in der Bundesrepublik für die Jahre 1994/95 bis 2003/04 gemeldeten akuten respiratorischen Erkrankungen (ARE) und der dem Robert Koch-Institut Berlin (RKI) nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) übermittelten Influenza-Nachweise. Die Karte der geografischen Verbreitung der Influenza-Nachweise (Abb. 4) zeigt in Deutschland eine hohe Übereinstimmung mit der Karte der langjährigen Mittelwerte der Temperaturen im Januar. Influenza-Nachweise werden überwiegend aus den im Januar kälteren Regionen Deutschlands gemeldet.

Auch örtlich folgt der saisonale Verlauf der ARE streng dem Verlauf von Temperatur, Frost, Eisbildung und Schneehöhen. Dies zeigte für die milde Influenza-Saison 2003/04 die Auswertung der Wochenkarten der Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI 2004) bei allen 37 Postleitzahlregionen (PLZ-Regionen) mit stark und deutlich erhöhter ARE-Aktivität (vergleiche Beispiele Abb. 2 und 3). Im Internet recherchierte kurze Beschreibungen der jeweiligen öffentlichen Wasserversorgung mit deren Wassergewinnung sind ebenfalls wiedergegeben.

Geografische Verteilung der Influenza

Die geografische Verteilung zeigt, dass Influenza keine Erkrankung der Großstädte und Ballungsgebiete ist, womit die Lehrmeinung der primären biotischen Tröpfcheninfektion wenig wahrscheinlich ist und nach von der Kälte abhängigen abiotischen Vehikeln gesucht werden muss. In der Fachliteratur wird die Lehrmeinung der Tröpfcheninfektion ebenfalls kritisch diskutiert. Anerkannt ist vom RKI, dass Influenza abiotisch über kontaminierte Flächen (Vehikel) wie Türklinken, Gebrauchsgegenstände etc. übertragen wird. Die Übertragung kann auch über die Konjunktivas (Bindehaut des Auges) und die Nasenschleimhaut erfolgen.

Ein vergleichbares Resultat ergibt die Auswertung zu den Stadt- und Landkreisen mit den höchsten Influenza-Inzidenzen unter Verwendung der dem RKI für die Jahre 2003 und 2004 gemeldeten Influenza-Nachweise. Für diese Auswertung zu den jährlichen 10 Extrema wurden die Daten der Influenza-Saisons 2002/03 und

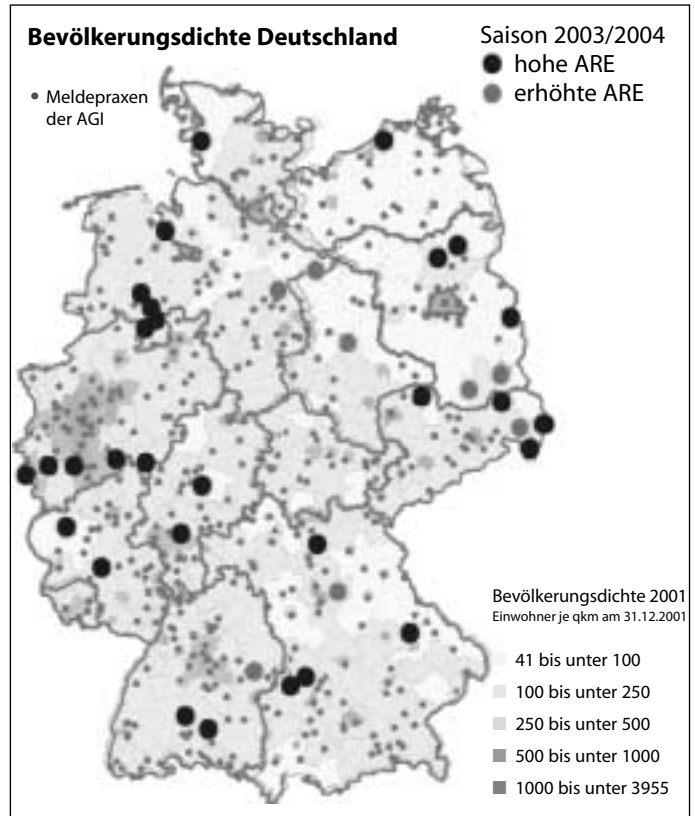


Abb 3: Stark und deutlich erhöhte ARE-Aktivitäten in der Saison 2003/2004 (Quelle: AGI 2003)

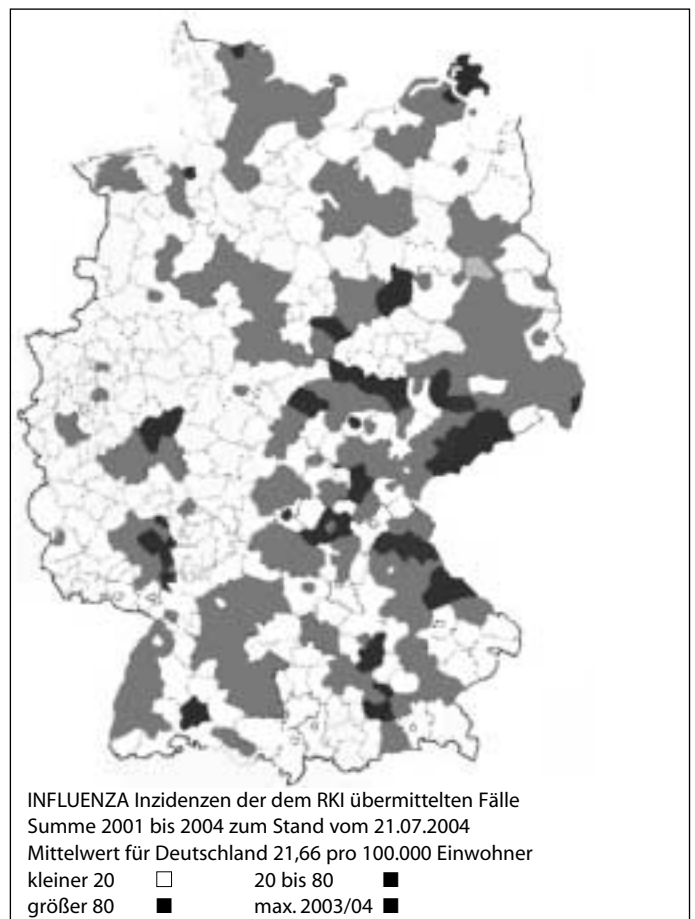


Abb. 4: Influenza-Inzidenzen Σ 2001-2004 (Datenquelle: RKI 2004c)

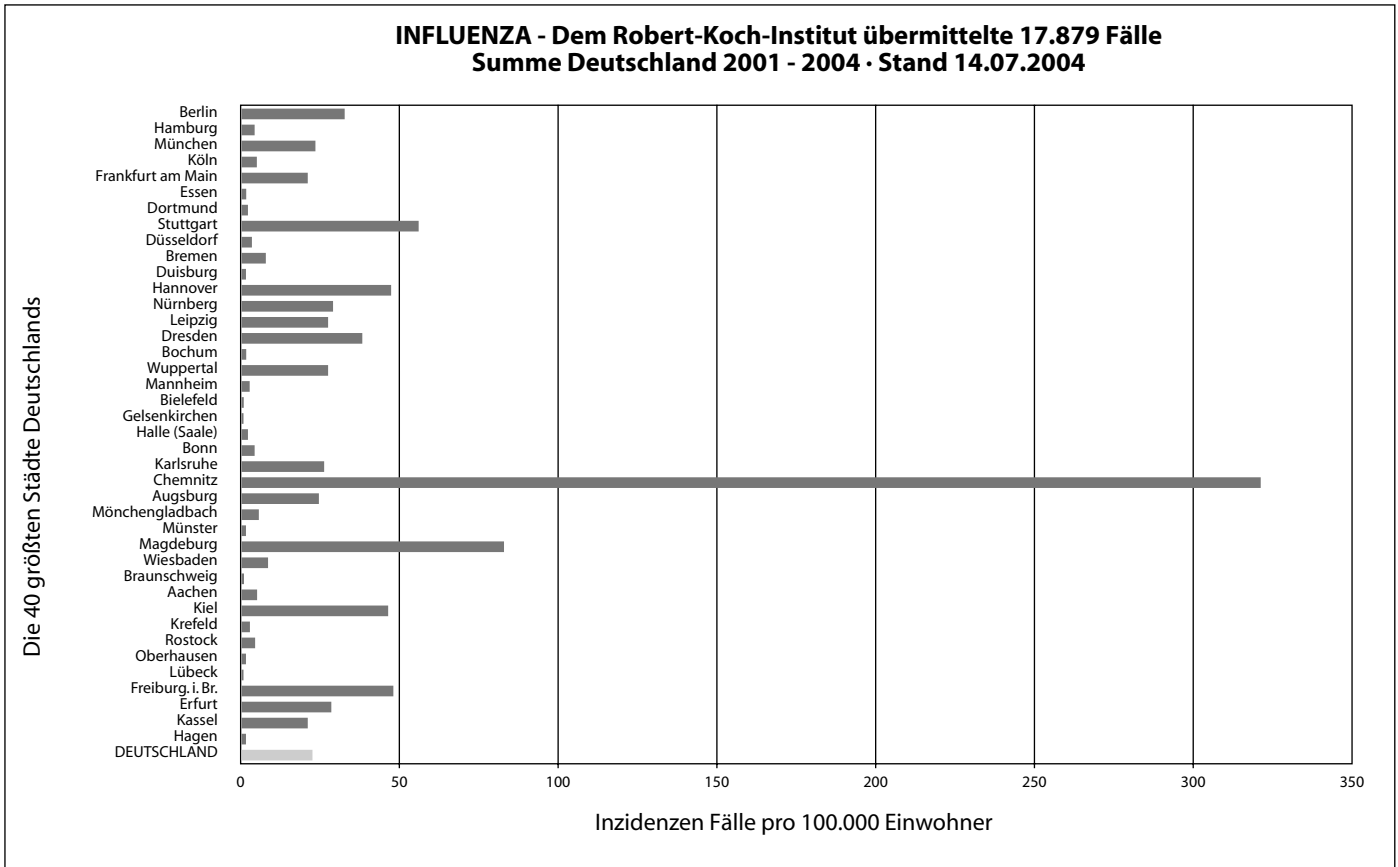


Abb. 5: Influenza-Inzidenzen, Σ 2001-2004 der 40 größten Städte/Deutschland (Quelle: RKI 2004a)

2003/04 herangezogen, nachdem sich mit Inkrafttreten der neuen Meldepflicht im Jahr 2001 das zunächst inhomogene Meldeverhalten der Gesundheitsämter im Verlauf der Jahre 2001 und 2002 insgesamt gleichmäßig entwickelt hatte.

Abb. 4 gibt unter Verwendung der Summe der Influenza-Nachweise der Jahre 2001 bis 2004 die tatsächliche räumliche Verteilung des Influenza-Geschehens in Deutschland weit belastbarer wieder als die ARE-Karte in Abb. 3, der im Gegensatz zu Abb. 4 keine abgesicherten Diagnosen zugrunde liegen.

Die Verteilung der Influenza-Fälle der Großstädte Deutschlands belegt ebenfalls, dass in Deutschland Influenza keine Krankheit primär der Großstädte und Ballungsgebiete ist (Abb. 5).

Influenza-Saison 2003/2004

Die klimatisch milde Influenza-Saison 2003/2004 war durch einen im Vergleich zu den Vorjahren milden Verlauf gekennzeichnet (RKI 2004a). Im Gegensatz zur Situation in Deutschland begann die Influenza-Saison in anderen westeuropäischen Ländern (Irland, Schottland, England, Portugal, Spanien) und in den USA bereits in den Monaten September/Oktober des Jahres 2003 und somit deutlich früher. In Irland beispielsweise war es bereits in der 37. KW 2003 zu einem Ausbruch mit Influenza-A/H3N2-Viren in einer Schule gekommen, bei dem über 80 Schüler erkrankten (RKI 2004a). Nach dem Erklärungsansatz dieses Aufsatzes könnte die Ursache hierfür in dezentralen Wasserversorgungsstrukturen (u.a.

Hausbrunnen) liegen. Bei der Nutzung von „jungem“ Wasser sind Influenzaviren kurz nach ihrer Ausscheidung oder sonstigen Absonderung und ihrem Eintrag in das genutzte Wasservorkommen auch bei höheren Wassertemperaturen im Leitungswasser noch einige Zeit, bei 22 °C immerhin noch bis zu 4 Tagen, aktiv (WHO 2004a, WHO 2004c, HALVORSONA et al. 1984, TRAMPUIZ et al 2004). Ob aktive Influenza-Viren die Menschen über den Pfad Trinkwasser erreichen, hängt demnach von der Wassertemperatur und der Zeit ab, die vom Eintrag aktiver Influenzaviren in die Gewässer bis zur Trinkwassernutzung verstreicht.

In Deutschland wurden bis zum 01.09.2004 entsprechend der Meldepflicht nach IfSG und der Referenzdefinition des RKI 3.382 Fälle für das Jahr 2004 (alle: 3.523), 8.482 Fälle für das Jahr 2003 (alle: 8.974), 2.575 Fälle für das Jahr 2002 (alle: 2.743) und 2.488 Fälle für das Jahr 2001 (alle: 2.654) übermittelt. Summe 2001-2004 nach IfSG und der Referenzdefinition des RKI: 16.972 Fälle (alle: 17.894 Fälle) (RKI 2004c).

Die Meldedaten sind allerdings kein guter Indikator für die Gesamtzahl der Erkrankungen, da sie an den labordiagnostischen Nachweis gekoppelt sind (§ 7 Abs. 1 IfSG). Während einer Influenzawelle werden die meisten Erkrankungen jedoch aufgrund des klinischen Symptomkomplexes diagnostiziert. Die Meldedaten sind damit vor allem davon abhängig, wie viele Ärztinnen und Ärzte eine labordiagnostische Untersuchung der Erkrankung veranlassen. Daher erfolgt im Rahmen des Sentinel-Systems der AGI die Überwachung in etwa 800 freiwillig mitarbeitenden Meldepraxen (meist Allgemeinärzte, Internisten und Pädiater).

Die Summe der Exzesskonsultationen (d.h. der Konsultationen, die den in der Influenza-freien Periode jahreszeitlichen Erwartungswert übersteigen) war in der Saison 2003/04 mit geschätzten 1,1 bis 1,4 Millionen deutlich niedriger als die Werte der beiden vorhergehenden Saisons (2002/03 etwa 5 Millionen; 2001/02 etwa 2 Millionen) (RKI 2004a).

Auch in der Saison 2003/04 zeigte sich eine typische Altersverteilung der akuten Atemwegsinfekte. Hohe Exzesskonsultationen und Konsultationsinzidenzen aufgrund von ARE wurden in den jüngeren Altersgruppen, insbesondere bei den unter 5-Jährigen, beobachtet. Die Konsultationsinzidenz und Erkrankungsaktivität erreichten in dieser Altersgruppe im ersten Drittel der saisonalen Influenza-Welle ihren Höhepunkt (RKI 2004a).

Erstmals wurde in der Saison 2003/04 die Altersgruppe der unter 5-Jährigen in zwei weitere Gruppen unterteilt, nämlich die der 0- bis 1-Jährigen und die der 2- bis 4-Jährigen Kinder. Die Summe der Exzesskonsultationen in der Gruppe der unter 5-Jährigen war in der vergangenen Saison mit geschätzten 644.000 mehr als doppelt so hoch wie in der Saison 2002/03 (etwa 303.000). Dabei waren Kleinkinder zwischen 2 und 4 Jahren mit etwa 473.000 Konsultationen betroffen, die 0- bis 1-Jährigen mit etwa 164.000 (RKI 2004a).

Seit Beginn der ersten sporadischen Erkrankungen Ende 2003 bis hin zum Abklingen der sehr flachen Influenzawelle dominierten Influenza-A-Viren des Subtyps H3N2. Ihr Anteil an den subtypisierten Viren betrug 99 % (RKI 2004a).

Der Impfstoff für die aktuelle Saison 2004/05 enthält unverändert den Stamm A/New Caledonia/20/99 (H1N1), jedoch als A/H3N2-Komponente einen A/Fujian/411/02-like-Stamm und als B-Komponente ein B/Shanghai/361/02-like-Virus (RKI 2004a). Der Vogelgrippevirus H5N1 findet hiernach (noch) keine Berücksichtigung.

Im Zeitraum verstärkter Influenza-Aktivität von der 5. bis zur 12. Kalenderwoche 2004 mussten zwischen 300.000 und 600.000 zusätzliche Fälle von Arbeitsunfähigkeit bei den 16- bis 60-Jährigen abgeschätzt werden (6. bis 15. KW 2003: 1,5 bis 2 Mio.) (RKI 2004a). Insgesamt wurden über alle Altersgruppen für die Saison 2003/04 etwa 14.000 bis 17.000 zusätzliche Krankenhauseinweisungen hochgerechnet (2002/03: 25.000 bis 30.000). Diese Zahl war bei den Kleinkindern unter 5 Jahren mit geschätzten 9.000 bis 10.000 Krankenhauseinweisungen besonders hoch. Dabei ist zu berücksichtigen, dass seltene Ereignisse einer höheren statistischen Streuung unterliegen. Auch führen bei den Kleinkindern, die zu einem erheblichen Teil der Krankenhauseinweisungen beitragen, akute Atemwegsinfektionen durch andere Erreger wie insbesondere RSV häufiger zur stationären Aufnahme (RKI 2004a).

Die über die Saison 2003/04 erhobenen Todesfälle zeigen keine über das normale Maß hinausgehende Sterblichkeit. In der Altersgruppe der unter 5-Jährigen wurden im Sentinel keine Todesfälle registriert. Eine differenzierte Aussage zur Influenza-assoziierten Exzessmortalität ist nach Vorliegen der Daten der Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamtes im Februar 2005 möglich (RKI 2004a).

In der vorhergehenden Saison 2002/03 gab es ca. 4,5 bis 5 Mio. Influenza-assoziierte Arztbesuche, wobei insbesondere zu Beginn der Saison sehr viele Kleinkinder im Alter bis 4 Jahre erkrankten. Für die Influenza-Saison 2002/03 wurden in Deutschland 12.000 bis 20.000 zusätzliche Todesfälle geschätzt. Bei gewöhnlichen Influenzawellen rechnet man in Deutschland mit 5.000 bis 8.000 zusätzlichen Todesfällen (AGI 2003). Im Winter der Saison 2002/03 war es in Deutschland deutlich kälter als in der Saison 2003/04.

Ökologie der Influenza-A-Viren

Influenza-A-Viren sind weltweit verbreitet (RADSACK 2000). Die Infektionsdosen sind sehr klein. Die Ökologie der Influenza-A-Viren (virale Zoonose) ist sehr komplex und hinsichtlich der Gesundheit von Tier und Mensch von großer praktischer Bedeutung (ZELL 2003, MÜLLER et al. 2003, PETERHANS 2002, WEBSTER 1998).

- Vögel als Reservoir

Vögel, Wildvögel und insbesondere Wasservögel wie Wildenten sind allgegenwärtiges Reservoir für aviäre Influenza-A-Viren aller Influenza-A-Subtypen (WEBSTER 1998). Die infizierten Vögel werden regelmäßig nicht krank, sondern scheiden die Erreger in beträchtlicher Zahl mit ihrem Kot aus (WEBSTER 1998).

Der kontinentale Vogelzug von Wasservögeln nach Deutschland, im Winter hauptsächlich von Ost nach West zu den offenen eisfreien Gewässern im atlantischen Klima Europas und Deutschlands (Golfstrom) (BERTHOLD 2001), ist für das Influenzageschehen von besonderer Bedeutung (WEBSTER 1998). Dagegen spielt der transkontinentale Vogelzug nur eine geringe oder gar keine Rolle (WEBSTER 1998).

Die Wasservogeldichte Deutschlands ist in den Monaten Dezember/Januar, die der Enten in den Monaten November/Dezember eines jeden Jahres maximal (HURTMANN 1998, VAN ROOMEN et al. 2004). Oberflächengewässer sind auf unserer Erde die Stationen der Migrationsrouten der Wasservögel (BERTHOLD 2001).

In kalten Oberflächengewässern sind u.a. nach Auffassung von WHO und RKI Influenza-A-Viren über längere Zeit stabil und werden dort auf Wasservögel mit deren (Trink-)Wasser übertragen (WHO 2004a, RKI 1999a). Wasservögel haben so über ihre Fäkalien in der Wasserversorgung einen sehr effizienten Übertragungsweg für Influenza-Viren (WEBSTER 1998).

- Schweine und Wildschweine als Reservoir und Mischgefäß

Schweine und Wildschweine gelten als Reservoir und insbesondere als Mischgefäß für Influenza-A-Viren und somit als die Drehscheibe von Influenza-A-Infektionen der Menschen. Schweine sind empfindlich gegenüber Infektionen mit aviären und humanen Influenza-A-Viren und können somit als "Reaktionsgefäß" für das Entstehen neuer, auch humanpathogener Stämme dienen (WEBSTER 1998, RKI 1999a). Das Europäische Wildschwein ist auf der Erde nur in Teilen Eurasiens, auch in Südostasien, heimisch (ZOO BASEL oJ).

Wildschweine können an den gleichen Infektionskrankheiten wie Hausschweine erkranken (KADEN & MÜLLER 2001). Schweine und Wildschweine nehmen Influenza-A-Viren „oronasal“ auf. Influenza-A-Infektionen insbesondere mit porcinen, aviären und humanen Influenzaviren treten beim Schwein und Wildschwein auf.

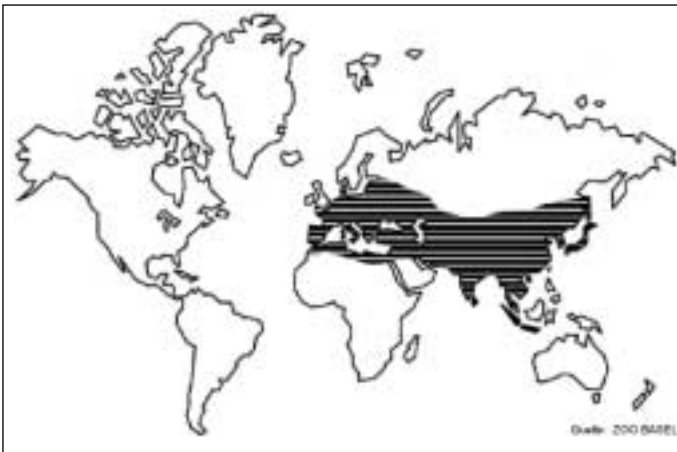


Abb. 6: Verbreitungsgebiet des Europäischen Wildschweins in Eurasien (Quelle: ZOO BASEL oJ)

Serologische Untersuchungen ergaben in den Hausschweinbeständen Deutschlands und Europas regelmäßig Influenza-A-Antikörper, oft mit einem weit überwiegenden Durchseuchungsgrad. Die Schweine zeigen jedoch nur zum Bruchteil klinische Symptome. Ausbrüche treten vor allem in den kälteren Monaten auf (BROWN 2004a). Schweine-Influenza wird in Deutschland durch die porcinen Subtypen H1N1, H1N2 und H3N2 (H1N7 in England, via Pferd entstanden) übertragen. Humane Influenza-A-Viren werden auch in Schweinen nachgewiesen (BROWN 2004a). In Deutschland (und den Niederlanden (BROWN 2004a)) sind die Subtypen der porcinen Influenza-A-Viren aktuell identisch mit den verbreiteten humanen Influenza-A-Subtypen. In der Saison 2002/03 war der Subtyp H3N2 dominant, zusätzlich kamen die Subtypen H1N1 und H1N2 vor. In der Saison 2003/04 war ebenfalls der Subtyp H3N2 dominant, zusätzlich wurde der Subtyp H1N1 nachgewiesen (AGI 2004).

Bei serologischen Untersuchungen an 440 Wildschweinen in Polen wurden 1998 in 24,1 % der Proben Antikörper gegen den Influenza-A-Subtyp H1N1 und in 6,8 % der Proben Antikörper gegen den Influenza-A-Subtyp H3N2 nachgewiesen; 3,9 % der Proben enthielten Antikörper gegen beide dieser Influenza-A-Subtypen (MARKOWSKA-DANIEL & PEJSAK 1999). Bei serologischen Untersuchungen in Spanien wurden ebenfalls im Schwarzwild Influenza-A-Antikörper nachgewiesen (VICENTE 2002).

Die Gülle und Jauche der Hausschweine wird regelmäßig, oft gemeinsam mit dem häuslichen Abwasser der landwirtschaftlichen Betriebe, auf Ackerflächen ausgebracht. Dabei können pathogene Influenza-A-Viren durch Versickerung und Abschwemmung in Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer gelangen. Die Gülle versickert im von den Bodentieren aufgelockerten Boden, u. a. durch die Gänge der Regenwürmer. Diese können aktive Influenza-A-Viren, auch aus der Kompostierung von häuslichen Abfällen, aufnehmen und dann in ihren Organismen über Monate persistieren lassen (ZIMMERMANN 2001).

Schweine und Wildschweine sind Allesfresser. Regenwürmer, die neben Viren auch Larven des Lungenwurms im 3. Stadium aufnehmen, gelten als ein Reservoir für Influenza-A-Viren (ZIMMERMANN 2001) und werden als eiweißreiche Nahrung vom Schwein

mit Auslauf (Freilandhaltung) und vom Wildschwein ausgegraben und gefressen. Wildschweine fressen neben Pflanzen auch Aas von Wasservögeln, die mit aviären Influenza-A-Viren kontaminiert sein können.

Wildschweine kommen in erheblichem Umfang mit Oberflächengewässern in Kontakt und können diese via Sekret der Atemwege mit Influenza-A-Viren kontaminieren. Wildschweine suhlen sich zur Abkühlung im Wasser, da sie nicht schwitzen können, auch wenn sie beispielsweise an Influenza akut erkrankt sind und Fieber haben. Wildschweine sind gute Schwimmer und halten sich deshalb in der Nähe von Oberflächengewässern auf.

Die Wildschweinpopulation Deutschlands ist aktuell größer denn je (Gründe: milde Winter, Maisanbau als ergiebige und Deckung bietende Futterquelle).

Die Karte der „Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere“ zur Schwarzwildichte in Deutschland (KADEN & MÜLLER 2001) ähnelt der ARE-Aktivitäten-Karte der AGI für die Saison 2002/03, 10. Woche (AGI 2003) (siehe Abb. 7 und 8).

Für Eurasien wird im Vergleich zu Amerika eine weitergehende Verbreitung humaner Influenza-A-Subtypen unter Hausschweinen und insgesamt eine höhere Dynamik von Antigendrift und Antigen shift beschrieben (BROWN 2004a). Die in Eurasien verbreiteten Wildschweine werden vom Autor als eine mögliche Ursache hierfür angesehen.

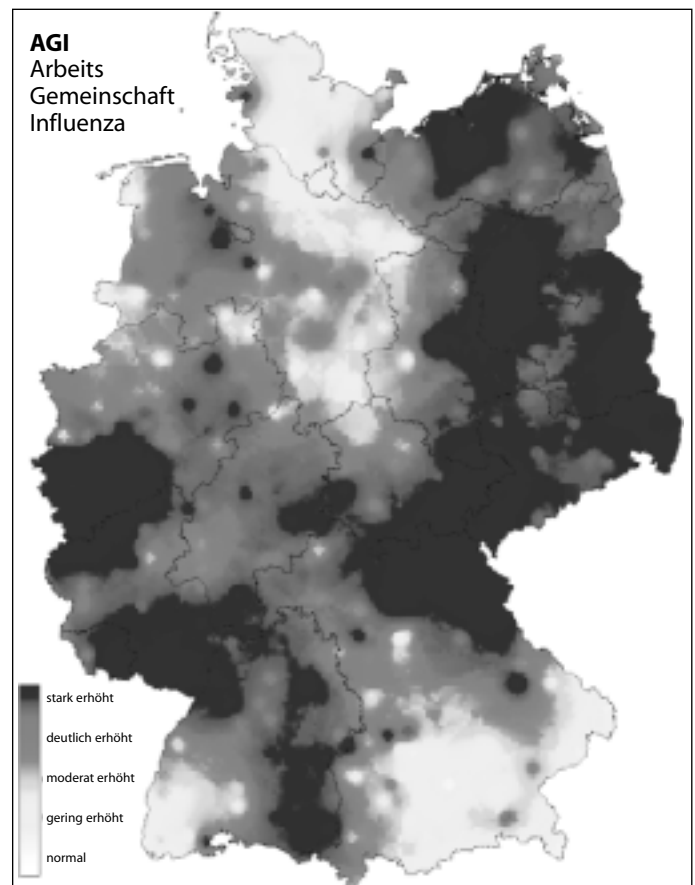


Abb. 7: ARE-Aktivität 2002/03, 10. Woche (Quelle: AGI 2003)



Abb. 8: Schwarzwilddichte in Deutschland (Quelle: KADEN & MÜLLER, 2001)

Die oft im Zusammenhang mit der Vogelgrippe vorgeschlagenen Hygienemaßnahmen zur getrennten Haltung von Geflügel und Schweinen können bei wild lebendem Schwarzwild nicht verwirklicht werden. Hier besteht in Eurasien ein nicht überwacht Risiko von Antigendrift und insbesondere des Antigen shift und damit der Entstehung der nächsten Pandemie.

Importbeschränkungen zu Nutztieren greifen vor dem Hintergrund der dargestellten Zusammenhänge ebenfalls zu kurz.

- Böden als Reservoir

Zu beachten ist weiterhin, dass Böden einschließlich der darin lebenden Regenwürmer mit den Larven des Lungenwurms im 3. Stadium ein weiteres Reservoir für Influenza-A-Viren sind (ZIMMERMANN 2001). Das ganze Jahr über können die Influenza-A-Viren in den Regenwürmern des Bodens persistieren. Schweine und insbesondere Wildschweine graben die Regenwürmer aus und fressen sie als Eiweißträger. Erosion bei Starkniederschlag und Versickerung bei Schneeschmelze sowie Niederschlag verfrachten Influenza-A-Viren aus dem Boden in Grund- und Oberflächengewässer.

Trinkwasser und Influenza-A-Epidemien beim Menschen

Influenza-A-Epidemien beim Menschen beginnen in Deutschland jeden Winter nach etwa zwei Wochen mit nächtlichem Bodenfrost und folgen dann der Ganglinie der Tiefsttemperatur. Das Maximum liegt meist in den Monaten Februar und März (AGI 2003). Verschiebungen entsprechen dem saisonalen Gang der Tiefsttemperatur.

Influenza-A-Epidemien beginnen und verlaufen dem Klima (Temperatur, Frost, Schneehöhen und Schneeschmelze) folgend örtlich und regional singular. Dabei spielen in Deutschland auch die Höhenlagen der Siedlungen und deren Lage im atlantischen oder kontinentalen Klimaraum eine bedeutsame Rolle. Influenza-A-Epidemien beim Menschen weisen für ganz Deutschland zwar dominante Subtypen auf, die Verteilungen der Subtypen, der Befunde der Feintypisierung und der Influenza-B-Infektionen sind jedoch ebenfalls örtlich und regional singular (AGI 2003).

- Viretransport mit dem Trinkwasser

„Aviäre“ Influenza-Viren wildlebender Wasservögel werden durch die Wasserversorgung verbreitet und fäkal-oral übertragen. Die initiale Übertragung von aviären Influenza-A-Viren auf Säugetiere, einschließlich Schweine und Pferde, erfolgt wahrscheinlich ebenso über fäkale Wasserkontamination. Scholtissek hat postuliert, dass in Asien die Nutzung fäkalen Materials von Enten zur Fischzucht zur Übertragung von aviären Influenza-Viren auf Schweine beitragen kann. Eine andere direkte Methode der Übertragung besteht in der Fütterung der Schweine mit unbehandelten Abfällen oder mit toten Vögeln. ... Nach [initialer] Übertragung der Influenza auf Schweine, Pferde oder Menschen erfolgt die [weitere] Ausbreitung vorwiegend über die Atmung“ (WEBSTER 1998).

Die umhüllten und sehr empfindlichen Influenzaviren bleiben in Seen und Teichen bei 4 °C deutlich länger (bis zu 30 Tage bei 0 °C) als bei 22 °C (bis zu 4 Tage) aktiv (WHO 2004a, WHO 2004c, HALVORSON et al. 1984). Die virale Kontamination von Grund- und Trinkwasser ist ebenfalls dokumentiert (HALVORSON et al. 1984). Das Virus wird bei 56 °C in 3 Stunden, bei 60 °C in 30 Minuten und bei 70 °C in 1 Minute inaktiviert (TRAMPUZ et al. 2004).

Die Öffentliche Wasserversorgung mit im Winter perfekter Kühlkette bei 4 °C und Trinkwasser-pH-Werten >7 konserviert und transportiert aktive Viren aus kontaminierten Gewässern.

Kalte Trinkwässer, entnommen aus Oberflächengewässern und schlecht geschützten oberflächennahen Grundwässern sowie aus Karstgrundwasserleitern, sind abiotische Reservoirs und Vehikel, in und mit denen aktive Influenza-A-Viren bis zu 3 Wochen konserviert und zu den Menschen und Tieren transportiert werden können.

Das Staatliche Umweltamt Aachen hat ermittelt:

- a) Der Wasserkörper in Trinkwassertalsperren und Seen ist im Sommer mit einer Tiefentemperatur von <10 °C deutlich geschichtet.

- b) Trinkwassertalsperren und Seen sind im Herbst und Winter durchmischt. Das Temperaturminimum des Talsperrenwassers beträgt im atlantischen Klima Deutschlands während der Monate Februar und März eines jeden Jahres 3-4 °C.
- c) Flusswasserentnahmen haben in Deutschland ihr Temperaturminimum ebenfalls im Februar und März (Rur/Eifel: 4-5 °C).
- d) Grundwasser mit geringem Flurabstand (z.B. in Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern) hat im kontinentalen Klima des Ostens Deutschlands das Temperaturminimum mit 3-5 °C im Februar und März eines jeden Jahres.

Trinkwasser bleibt im Winter in den Wasserversorgungsanlagen zur Wasseraufbereitung, in Wasserbehältern und Wasserleitungen bis zum Hausanschluss der Verbraucher recht kalt. Mäßige Erwärmung erfolgt zunächst im Boden in frostfrei verlegten Wasserleitungen. Nach etwa 2 Wochen Bodenfrost sind auch die Verteilungsnetze mit kleineren Wasserleitungsdurchmessern ausgekühlt. Dann „steht“ in weniger besiedelten Gebieten mit kleinen Leitungsdurchmessern die perfekte Kühlkette der Wasserversorgung mit einer Wassertemperatur von etwa 4 °C. In strengeren Wintern wie 1995/96 und 2002/03 kühlen auch städtische Wasserversorgungsnetze mit größeren Leitungsquerschnitten im erkalteten Boden aus.

Stark schwankende Transport- und Verweilzeiten im jeweiligen System (gering bei dezentralen Anlagen, groß bei Fernwasserversorgungen) bedingen unterschiedliche Temperaturen und sehr unterschiedliche Inaktivierungszeiten. Volumina, Anordnungen sowie Isolierungen von Trinkwasserbehältern und Trinkwassertürmen haben ggf. erheblichen Einfluss auf die Trinkwassertemperatur (Abkühlung des Trinkwassers im Wasserturm). Der pH-Wert des Trinkwassers beträgt regelmäßig nach im Wasserwerk erfolgter Entsäuerung zur Beseitigung der Kalkaggressivität zum Schutz von Betonbauteilen, Asbestzementrohren und zur Vermeidung von Kupfer-, Blei- sowie Zinklösungen in den Leitungen >7.

Das Trinkwasser aus Karstgrundwasserleitern (z.B. aus verkarstem Kalk) oder der oberen Donau einschließlich deren Uferfiltrat (Malm-Gebiet) weist ebenfalls pH-Werte >7 auf.

Die in Deutschland üblichen Trinkwasseraufbereitungsverfahren der (Flocken-) Filtration gelten als günstig, wenn sie im Betrieb „nur“ 20 Partikel/ml im Größenbereich 2-20 µm passieren lassen (KÜHN & BALDAUF 2002). Zum Vergleich: Die Influenza-Viruspartikel haben einen Durchmesser von 80 bis 120 nm (0,08 µm bis 0,12 µm), sind also 20 bis 200-mal kleiner als der o.g. Größenbereich optimierter (Flocken-) Filtrationsanlagen.

Bei besonderen Betriebszuständen, insbesondere nach Filterspülungen, liegen die Betriebswerte wesentlich höher, oft bei 1.000 Partikeln/ml (STAATL. UMWELTAMT AACHEN 2004). In manchen Trinkwasseraufbereitungsanlagen, nicht in allen, wird deshalb bei der Trinkwasserproduktion ein so genannter „Erstfiltratabschlag“ verworfen.

Derartige Filtrationsanlagen sind nicht in der Lage, dem Trinkwasser Viren nachhaltig sicher zu entnehmen. Die WHO fordert in Bezug auf die Entnahme von Viren eine Partikeleliminationsleistung von 4 Zehnerpotenzen. Herkömmliche

Flockenfiltrationsanlagen erbringen nach Angaben auch der WHO eine Partikeleliminationsleistung von maximal 2,5 Zehnerpotenzen (WHO 2002).

Ozon scheint bei der Trinkwasseraufbereitung im Vergleich zu Chlor und UV-Bestrahlung eine vergleichsweise günstige Wirkung zur Inaktivierung von Viren zu besitzen, die jedoch mit der Kälte abnimmt.

Membranverfahren wie die Ultra- und Nanofiltration sind in der Lage, kleinste Partikel elementar aus dem Wasser zu entnehmen und damit auch gegenüber Viren eine nachhaltige und natürliche physikalische Desinfektion („Sieb“) ohne Chemikalienzusatz zu bewirken.

- Infektionswege

Die Influenza-A-Viren „übersommern“ in Eurasien insbesondere in Wasservögeln, Schweinen, Wildschweinen, ebenso im Boden in Regenwürmern, u.a. auch zusammen mit den Larven des Lungenwurmes im 3. Stadium. An der Zoonose Influenza und deren „Übersommerung“ ist eine große Zahl weiterer Tierarten beteiligt, die im Zusammenhang mit weiteren, keineswegs umfassend aufgeklärten und beschriebenen Übertragungsmöglichkeiten gesehen werden müssen, z.B. hinsichtlich der Vielzahl der Nagetiere (Mäuse, Ratten).

Humanpathogene Influenza-A-Viren können insbesondere über Schweine und Wildschweine als Mischgefäß in die Gewässer gelangen, die zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Eine Vielzahl weiterer Säugetiere kann dies ebenfalls bewirken. Die Zoonosen der Übertragungswege sind in Eurasien, Amerika und Australien ebenso unterschiedlich wie die Verteilung der auftretenden humanpathogenen und insbesondere der porcinen Influenza-A-Subtypen. Eine weltweit einheitliche „Influenza-Wolke“ gibt es ebenso wenig wie eine flächenhafte Grippeaktivität in Deutschland.

Influenza verläuft in Deutschland regelmäßig in Abhängigkeit von dem saisonalen Gang der Tiefsttemperatur geografisch (örtlich/regional) wie virologisch singular (örtlich/regional unterschiedliche Verteilung der Subtypen und Feintypisierungen).

Die in Deutschland üblichen Trinkwasseraufbereitungsverfahren der (Flocken-) Filtration sind nicht in der Lage, Viren nachhaltig sicher zu entnehmen. Chlorung und UV-Bestrahlung bewirken in Bezug auf Viren wenig. Die Ozonbehandlung wird hinsichtlich der Inaktivierung von Viren positiver bewertet, sie ist jedoch auch nicht in der Lage, Viren elementar zu entnehmen.

Die humanpathogenen Influenza-A-Viren gelangen über das abiotische Vehikel Trinkwasser in der winterlichen Influenza-Saison eines jeden Jahres, in der die Temperaturen vieler Wässer stets ihr absolutes Minimum zwischen 3 und 5 °C aufweisen, und sobald die Böden mit den darin verlegten Wasserleitungen infolge Bodenfrost nach etwa zwei Wochen ausgekühlt sind, über die oben beschriebene perfekte Kühlkette „Wasserversorgung“ bei Wassertemperaturen von etwa 4 °C und pH-Werten >7 persistent und damit aktiv auf oralem Wege und/oder über die Konjunktivas

(Bindehäute der Augen) sowie die Nasenschleimhaut primär in die Körper der Säuglinge und Kleinkinder, die täglich einen Liter Wasser, rund ein Fünftel ihres Körpergewichtes, mit Babynahrung, Breien und Tees zu sich nehmen und natürlich auch mit Leitungswasser gewaschen werden. Weit verbreitete Voraussetzung für die orale Aufnahme ist, dass das verwendete Trinkwasser nicht konsequent abgekocht wird.

Von dem oral aufgenommenen kontaminierten Wasser werden zunächst die Schleimhäute des Rachens und der Mandeln (Mandelentzündungen sind häufig ein Vorläuferstadium der Influenza-Erkrankungen) befallen. Dann erreichen die Influenza-A-Viren über Schlund und Kehlkopf die Schleimhäute der Bronchien und der Lunge. Bei Influenza-Erkrankungen sind nicht selten auch die Konjunktiven entzündet.

Säuglinge und Kleinkinder erkranken regelmäßig zuerst. Durch wen oder was die Ansteckung erfolgt, ist wissenschaftlich bislang nicht geklärt. Fest steht jedenfalls, dass Säuglinge und Kleinkinder nur eingeschränkte soziale Kontakte haben und kaum mit landläufig als infiziert identifizierten Materialien in Berührung kommen. Der Kontakt zu Trinkwasser bei der Nahrungsaufnahme und der Körperhygiene ist hingegen besonders intensiv.

Anschließend übertragen die erkrankten Säuglinge und Kleinkinder die Influenza sekundär über kontaminierte Flächen abiotisch, oder tertiär via Tröpfcheninfektion biotisch, auf ihre Eltern, Geschwister und weitere Kontaktpersonen.

Bei der vergleichenden Auswertung der wöchentlich vorliegenden Deutschland-Karten der AGI zu den ARE-Aktivitäten, unter Einbeziehung der klimatischen Daten und der Wasserversorgungsstrukturen Deutschlands, können in faszinierender Konsequenz regelmäßig genau die oben dargestellten Zusammenhänge örtlich und regional mit hoher Plausibilität belegt werden. Im Verlauf der sehr milden Influenza Saison 2003/04 sind wenige singuläre, überwiegend kleinere Orte immer wieder und stets in Abhängigkeit vom Gang der Tiefsttemperatur, des Bodenfrostes, der Schneehöhe und der Schneeschmelze durch epidemische Influenza-Ausbrüche aufgefallen. Die zugehörigen Rohwasserentnahmen sind in jedem Einzelfall durch direkte, bzw. bei Fehlen schützender Deckschichten, durch indirekte Oberflächenwasserzutritte beeinflusst.

Schlussfolgerungen

Der nachgewiesene Zusammenhang zwischen dem örtlich wie virologisch singulären Verlauf der Influenza-A-Epidemien und insbesondere dem Gang der Tiefsttemperatur ist mit einem prioritären biotischen Übertragungsweg „Tröpfcheninfektion“ unvereinbar.

Neben dem sekundären Übertragungsweg durch kontaminierte Hände und Gegenstände und dem tertiären Übertragungsweg „Tröpfcheninfektion“ wird nach oben dargestellten Fakten und Zusammenhängen die initiale Übertragung der Influenza-A-Viren über Augen, Nase und Mund durch das abiotische Vehikel Trinkwasser als sehr wahrscheinlich angesehen.

Die dargestellten Fakten zur „Kühlkette Wasserversorgung“ sind auch bei der Diskussion der ebenfalls saisonalen Thematik des Rotavirus (signifikante Saison Januar bis April eines jeden Jahres), Norovirus, Hepatitis-A-Virus sowie Respiratory Syncytial-Virus-Infektionen (RSV) von erheblicher Relevanz.

Vorschläge für weitere Schritte zur Abklärung

- Darstellung der dem Robert Koch-Institut Berlin (RKI) vorliegenden 18.000 positiven Influenza-Nachweise gemeinsam durch die Arbeitsgemeinschaft Influenza (AGI), das Umweltbundesamt (UBA) und den Bundesverband der Gas- und Wasserwirtschaft (BGW) in einem Geographischen Informations-System (GIS) nach Wasserversorgungsgebieten, zumeist innerhalb der Gemeindegrenzen. Dabei sollten Respiratory Syncytial-Virus-Infektionen (RSV) mit ihrem zoonotischen Potenzial, wie die ebenfalls saisonalen zoonotischen Rotavirusinfektionen, unbedingt mit einbezogen werden. Der Aufwand zur Installation eines solchen Systems ist vergleichsweise gering, die meisten der benötigten Daten liegen ohnehin digital vor.
- Zeitreihenuntersuchungen auf aktive Influenza-Viren im Wasser bei 4 °C bis 8 °C und pH-Werten von 6,5 bis 9,5.
- Serologische Surveillance zu Antikörpern von Influenza u. a. in den Schwarzwildbeständen Deutschlands im Rahmen des unverzichtbaren zoonotischen Influenza-Frühwarnsystems. Zusätzlich müssen die weiteren oben genannten Tiere in das Surveillance-System einbezogen werden.
- Gezielte Trinkwasseruntersuchungen auf Influenza-A-Viren mit molekular-biologischen Methoden (DNA-Analytik, PCR) in ausgewählten Versorgungsgebieten während der aktuellen Influenza-Saison 2004/05, entsprechend dem Gang der jeweiligen regionalen Tiefsttemperatur. Dabei sollte beim Virenscreening auch auf die anderen saisonal auftretenden Krankheitserreger wie insbesondere RSV, Rotavirus, Norovirus und Hepatitis-A-Virus untersucht werden. Die Probenahme muss wegen der hohen Verdünnungen im Trinkwasser für große repräsentative Probenvolumina mittels einer vorgeschalteten halbtechnischen Ultrafiltration, z.B. aus dem pharmazeutischen Anwendungsbereich, erfolgen, um dann die eigentliche Probe, das Retentat, weiter vorbereiten und mittels PCR untersuchen zu können (WINONA et al. 2001, VAIDYA et al. 2004). Die Untersuchungen sollten auch auf das Tränkwasser der Nutztiere ausgedehnt werden.

Schutzmassnahmen

- Bei der Trinkwasseraufbereitung sind Membranverfahren zur weitestgehenden Partikelelimination und damit physikalischen Desinfektion in Abhängigkeit von ihrer (minimalen) Porenweite zur Entnahme kleinster Partikel, also auch von Influenza-A-Viren, effektiv. Sie verursachen in Abhängigkeit von der Kapazität der Anlage zusätzliche Trinkwasseraufbereitungskosten von lediglich 3,50 € bis 6,00 € je versorgter Person und Jahr.
- Entsprechende gezielte Wasseruntersuchungen bei landwirtschaftlichen und sonstigen gewerblichen Betrieben der Nutztierproduktion im Rahmen einer erweiterten Futtermittelüberwachung durch die Bundesländer Deutschlands über das

Thema viraler Infektionen hinaus, auch zur Minimierung des Arzneimittelensatzes in diesen Betrieben (Antibiotikaresistenz beim Menschen als ein wichtiger Grund).

- Berücksichtigung der Nutztiereerzeuger in den Impfeempfehlungen der RKI Berlin.

(Eingegangen 1.6.2004; revidierte Fassung angenommen 22.11.2004)

Nachweise

- ANONYM (2003): Understanding Sars and other Respiratory Infections May 2003. <http://www.ifh-homehygiene.org/2003/2downloadabledoc/SARS.pdf>
- ARBEITSGEMEINSCHAFT INFLUENZA - AGI (2004): Saisonabschlussberichte der Arbeitsgemeinschaft Influenza 2003/2004. <http://www.influenza.rki.de/agi>
- BERTHOLD P (2001): Vogelzug als Modell der Evolutions- und Biodiversitätsforschung. Überarb. Fassung des Festvortrags anl. der Hauptvers. der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin am 22.6.2001. http://www.mpg.de/pdf/jahrbuch_2001/jahrbuch2001_027_048.pdf
- BROWN I H (2004a): Influenza Virus Infections of Pigs, Part 1: swine, avian & human influenza viruses. <http://www.pighealth.com/influenza.htm> ; Part 2: Transmission between pigs and other species. Veterinary Laboratories Agency, UK, <http://www.pighealth.com/influenzaB.htm>
- GOLDMANN D. A. (2001): Epidemiology and Prevention of Pediatric Viral Respiratory Infections in Health-Care Institutions, Children's Hospital and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, USA, Emerging Infectious Diseases, Special Issue. <http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol7no2/goldmann.htm>
- HALVORSON A et al. (1984): Epizootiology of Avian Influenza: Effect of Season on Incidence in Sentinel Ducks and Domestic Turkeys in Minnesota. Applied and Environmental Microbiology 49(4): 914-919.
- HURTMANN H (1998): Erfassung der Wasservögel 1997 im Stadtkreis Mönchengladbach. NABU. <http://www.online-club.de/~gerhard.maas/orn-wasservogelzaehlung.htm>
- KADEN V & MÜLLERT (2001): Gefährliche Verwandtschaft. Schwarzwild - ein natürliches Reservoir für Infektionserreger und Ansteckungsquelle für Hausschweine? Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere: Forschungsreport 1/2001: 24-28. <http://ticker-grosstiere.animal-health-online.de/20010902-00002/>
- KÜHN & BALDAUF (2002): TZW/DVGW-Forschungsvorhaben, W 4/02/01, Karlsruhe, Juni 2002.
- MARKOWSKA-DANIEL I & PEJSAK Z (1999): Seroprevalence of influenza virus among wild boars in Poland. National Veterinary Research Institute, Swine Diseases Departement, Pulawy, Poland. <http://www.medwet.lublin.pl/Year%201999/vol99-05/art222-98.htm>
- MÜLLER, KRÄUSSLICH, FICKENSCHER, SCHNITZLER, BARTENSCHLAGER (2003): Grundlagen der Virologie. Abteilung Virologie, Universitätsklinikum Heidelberg. <http://virology.hyg.uni-heidelberg.de/Virology/englisch/lehre/RespEnzeph.pdf>
- PETERHANS E (2002): Universität Bern. Vorlesungsunterlagen. 9. Klinische Virologie 9.2 Influenzaviren bei Mensch und Tier 9.2.1-9.2.4. http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year4/4JK%20neu%2002_03/Mikrobio-popmed/Peterhans/Klinische_Virologie_9.pdf
- RADSACK K (2000): Inst. für Virologie der Philipps-Universität Marburg, Vorlesungsskript Medizinische Virologie: 20-22.
- ROBERT KOCH-INSTITUT - RKI (1999a): Merkblatt für Ärzte Influenza - Verhütung und Bekämpfung (Stand 1999). www.gapinfo.de/gesundheitsamt/alle/seuche/infekt/viru/grippe/mba/index.htm
- ROBERT KOCH-INSTITUT - RKI (2004a): Rückblick auf die Influenza-Saison 2003/2004, Ergebnisse der Surveillance, Epidemiologisches Bulletin 16.7.2004/Nr. 29: 227-229.
- ROBERT KOCH-INSTITUT - RKI (2004b): Mitteilung der Ständigen Impfkommision am Robert Koch-Institut: Empfehlungen der Ständigen Impfkommision (STIKO) am Robert Koch-Institut/Stand: Juli 2004. Epidemiologisches Bulletin 23.7.2004/Nr. 30: 235-250.
- ROBERT KOCH-INSTITUT - RKI (2004c): SurvStat, Datenstand: 1.9.2004. <http://www3.rki.de/SurvStat>
- http://www.rki.de/INFEKT/EPIBULL/2004/30_04.PDF
- STAATLICHES UMWELTAMT AACHEN (2004): Mitteilung von Grundlagen und Daten zu Rohwassertemperaturen im Dienstbezirk. <http://www.stua-ac.nrw.de/>
- TRAMPUZ A et al. (2004): Avian Influenza: A New Pandemic Threat? Mayo Clin Proc. 79: 523-530. <http://www.mayo.edu/proceedings/2004/apr/7904crc.pdf>
- UNIS CONTRE LA GRIPPE - UCLG (2003): Das Grippe-Virus und die Epidemiologie. <http://www.grippe.ch/deutsch/frame.htm>
- VAIDYA SR et al. (2004): Removal of hepatitis A virus from water by polyacrylonitrile-based ultrafiltration membranes. Hepatitis Division, National Institute of Virology, 20-A Dr. Ambedkar road, Post Box No. 11, Pune 411001, India. J Virol Methods. 119(1): 7-9.
- VAN ROOMEN M et al. (2004): Watervogels in Nederland in 2001/2002, RIZA-rapport BM04.01, SOVON-monitoringrapport 2004/01.
- VICENTE J et al. (2002): Antibodies to selected viral and bacterial pathogens in European wild boars from southcentral Spain. J Wildl Dis. 38(3): 649-52. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=12238391&dopt=Abstract
- WEBSTER R G (1998): Influenza: An Emerging Disease. Emerging Infectious Diseases 4(3). <http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol4no3/webster.htm>
- WINONA L J et al. (2001): Efficient and predictable recovery of viruses from water by small scale ultrafiltration systems. Can. J. Microbiol./Rev. Can. Microbiol. 47(11): 1033-1041.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (2002): Guidelines for drinking-water quality, 2nd Ed., Addendum, Microbiological agents in drinking water: 95-101. http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/GDWQ/Microbiology/Microbioladd/microadd1.htm
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (2004a): Avian influenza H5N1 infections in humans: urgent need to eliminate the animal reservoir. update 5, 22.01.2004. http://www.who.int/csr/don/2004_01_22/en/
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (2004b): Avian influenza frequently asked questions 29.1.2004.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (2004c): Avian influenza A (H5N1) Situation (poultry) in Asia: need for a long-term response; comparison with previous outbreaks. update 31., 2.3.2004. http://www.who.int/csr/don/2004_03_02/en/
- ZELL R (2003): Vorlesung Virologie für Biochemiker, Virale Zoonosen/Virusökologie: 2-3.
- ZIMMERMANN W. (2001): Krankheiten des Schweines. Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Bern, Vorlesungsskript: 49-51. http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year4/Erkr%20der%20Schweine_Skript_WZimmermann_234JK_WS0102_081101.pdf
- ZOO BASEL (o.J.): Verbreitungsgebiet Europäisches Wildschwein. http://www.zoobasel.ch/tiere/tiere/saeugetiere_details.asp?TierID=110&Zooein teilungID=11