

Insekten als Vektoren von Tierseuchen

alexander.mathis@uzh.ch

Vector Entomology unit
National Centre for Vector Entomology

Herbsttagung TVL

23. November 2017, Olten

„Insekten: Vektoren, Schädlinge, Lebensmittel“

Wichtige Insekten – Vektoren

Insecta

Diptera (Zweiflügler)

Mücken (Nematocera)

Ceratopogonidae (Gnitzen)

Culicidae (Stechmücken)

Phlebotominae (Sandmücken)

Fliegen (Brachycera)

Tabanidae (Bremsen)

Muscidae (Typus Stubenfliege)



Pathogen-Übertragung durch Vektoren

Mechanisch

Keine Vermehrung/Entwicklung des Pathogens im Vektor

Stubenfliege (Regurgitation):

Viren, Bakterien, Protozoen, Wurmeier

Hygieneproblem

Stechende Insekten: ‚fliegende Spritze‘
(unterbrochenes/wiederholtes Stechen)

Wenig Temperatur-abhängig
Wenig spezifisch, wenig effizient



Pathogen-Übertragung durch Vektoren

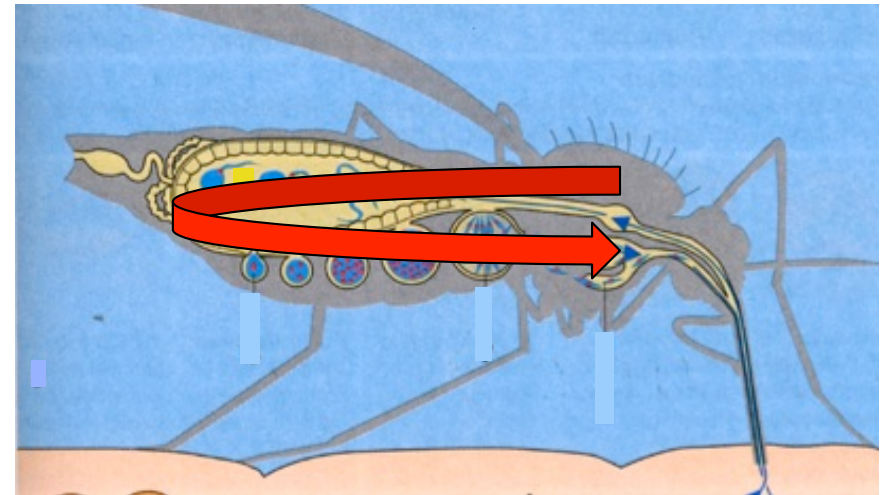
Zyklisch

Vermehrung/Entwicklung des Pathogens im Vektor

z.B. Stechmücken; Viren, Plasmodium

- Aufnahme Pathogen im Blut;
- Vermehrung im Darm;
- Durchdringen der Darmwand;
- Vermehrung in Körper;
- Eindringen in Speicheldrüse;
- Übertragung

„extrinsische Inkubationszeit“



temperatur-abhängig (Minimum, Optimum, Maximum)
+/- spezifisch, effizient

Pathogen-Übertragung durch Vektoren

Vektorkapazität C: Mass der Pathogen-Übertragung durch Vektorpopulation

$$C = m \cdot a^2 \cdot b \cdot p^n / -\ln p$$

m: Vektorpopulation (Anzahl Vektoren/Wirt)

a: Wirtspräferenz (tägliche Stichrate)

b: Vektorkompetenz (Anteil inf. Vektoren, welche Pathogen weitergeben)

p: Lebensdauer Vektor (tägliche Überlebensrate)

n: extrinsische Inkubationszeit

$1/-\ln p$: erwartete infektiöse Lebenszeit der Vektoren

Tierseuchen (TSG §1; TSV § 2-5)

1) Hochansteckende Tierseuchen (n = 13)

- z.B. Maul- und Klauenseuche, Vogelgrippe
- Vektorübertragung: 4; z.B. Afrikanische Pferdepest (Gnitzen)
Lumpy Skin Disease LSD („stechende Insekten“)
→ Vortrag Andrea Vöglin

2) Auszurottende Tierseuchen (n = 21)

- z.B. Tollwut, Milzbrand
- Vektorübertragung: 4; z.B. Equine infektiöse Anämie („stechende Insekten“)

2017: erster Fall seit 1991 (Kt. AG); inf. Tier getötet; Sperrzone;
„Alle Pferde (Equiden) im Sperrgebiet sind bestmöglich durch eine wirksame
Insektenbekämpfung vor stechenden Insekten zu schützen.»

Tierseuchen (TSG §1; TSV § 2-5)

3) Zu bekämpfende Tierseuchen (n = 21)

- z.B. Salmonellose, Leptospirose
- Vektorübertragung: 5; z.B. Blauzungenkrankheit (Gnitzen),
West-Nil Fieber (Stechmücken)
- Insekten: Dasselkrankheit, kleiner Beutenkäfer

4) Zu überwachende Tierseuchen (n = 25)

- z.B. Listeriose, Trichinellose
- Vektorübertragung: 2; Coxiellose (Zecken), Tularämie (Zecken, Insekten)
- 3 Milbenarten bei Bienen (z.B. Varroatose)

Wichtige Insekten – Vektoren

Diptera (Zweiflügler)

Mücken (Nematocera)

Ceratopogonidae (Gnitzen) **BTV**

Culicidae (Stechmücken) **WNV**

Phlebotominae (Sandmücken)

Fliegen (Brachycera)

Tabanidae

Muscidae stechende Fliegen **LSD**



Wichtige Insekten – Vektoren

Diptera (Zweiflügler)

Mücken (Nematocera)

Ceratopogonidae (Gnitzen) **BTV, (LSD?)**

Culicidae (Stechmücken) **WNV, (LSD?)**

Phlebotominae (Sandmücken)

Fliegen (Brachycera)

Tabanidae

Muscidae

stechende Fliegen **LSD**



Gnitzen (Ceratopogonidae)

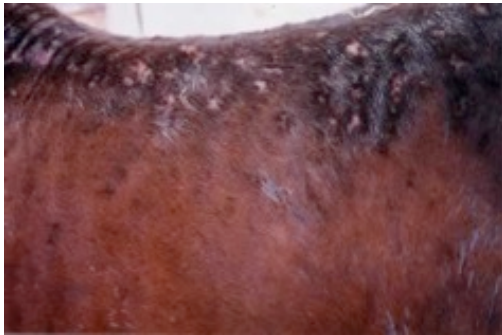
- kleinste hämatophage Insekten (no-see-ums')



Gnitzen (Ceratopogonidae)

Bedeutung in Europa bis 2006

Sommerekzem Pferd





Lästlinge (Schottland, ...)

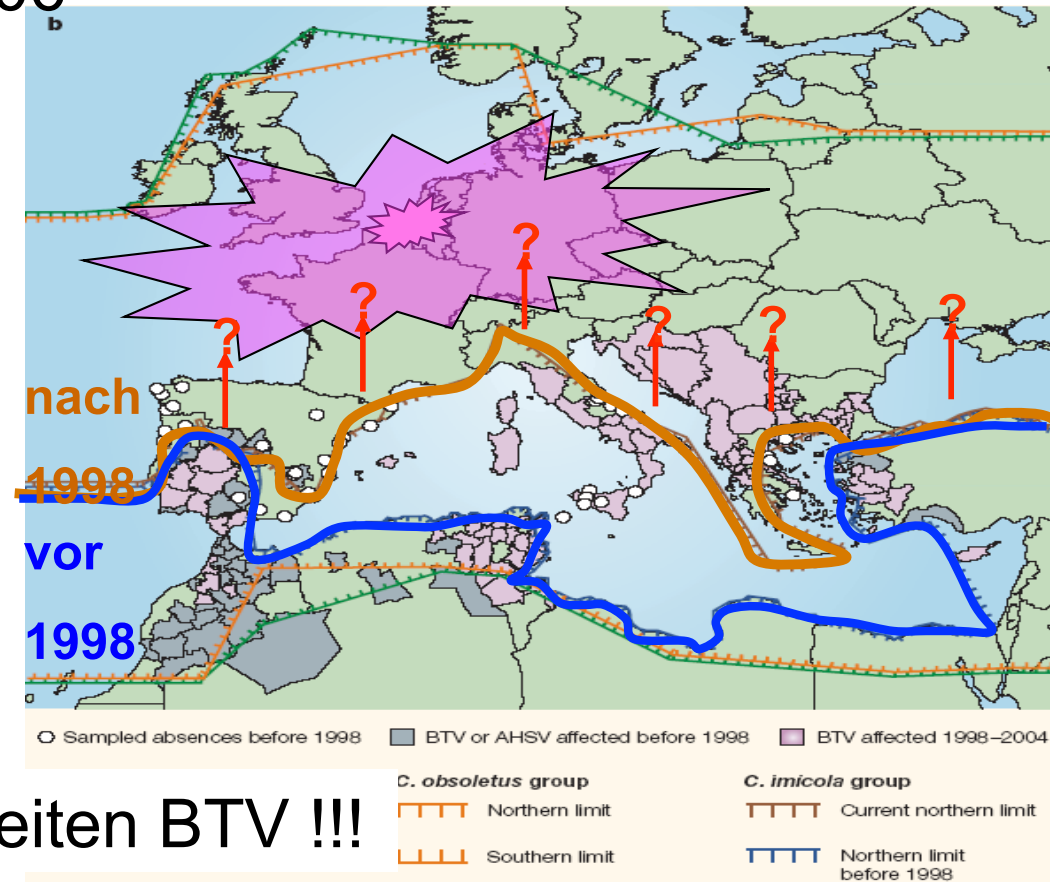


Gnitzen (Ceratopogonidae)

Bedeutung in Europa nach 2006

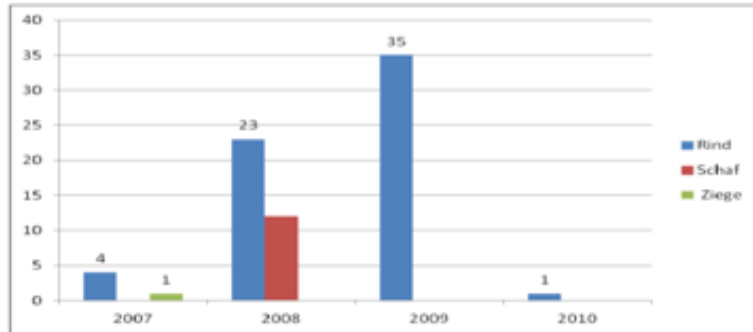
Ausbreitung der
Afrikanischen Gnitzenart
Culicoides imicola
(wichtigster BTV-Überträger)
nordwärts?

-  Blauzungenkrankheit 2006
-  Blauzungenkrankheit 2007/2008



Einheimische Gnitzen verbreiten BTV !!!

Blauzungenkrankheit Schweiz



Erste Fälle Oktober 2007

Impfkampagne 2008/09: obligatorisch Rinder, Schafe (Ziegen)
(jährlich ca 1,5 Mio geimpfte Tiere).

Seit 2012 ist die Schweiz wieder offiziell frei von BTV

Blauzungenkrankheit Schweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

AS 2017
www.bundesrecht.admin.ch
Massgebend ist die signierte
elektronische Fassung



Verordnung des BLV über Massnahmen zur Verhinderung der Ausbreitung der Blauzungenkrankheit

vom 10. November 2017

*Das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV),
gestützt auf Artikel 239e Absätze 2 und 3 der Tierseuchenverordnung vom
27. Juni 1995¹ (TSV),
verordnet:*

Art. 1 Zweck

¹ Diese Verordnung soll eine Ausbreitung der Blauzungenkrankheit vom Serotyp 8 verhindern.

Gnitzen (Ceratopogonidae)

Schadwirkung: Übertragung von Krankheitserregern



Viren:

- Afrikanische Blauzungenkrankheit (Hochansteckende TS)
- Afrikanische Pferdepest (Hochansteckende TS)
- Haemorrhagische Krankheit der Hirsche (Zu bekämpfende TS)
(Asien, Amerika, Australien, Mittelmeerraum)

Gnitzen (Ceratopogonidae)

Schadwirkung: Übertragung von Krankheitserregern



Viren:

- Afrikanische Blauzungenerkrankung (Hochansteckende TS)
- Afrikanische Pferdepest (Hochansteckende TS)
- Haemorrhagische Krankheit der Hirsche (Zu bekämpfende TS)
(Asien, Amerika, Australien, Mittelmeerraum)
- Toggenburg Orbivirus (2008)
- Schmallenberg-Virus (2012)

chimäres Virus
(Shamonda, Sathuperi; Afrika, Asien)



Emerging diseases: Neue Viren!



Foto: Zoo Basel

Jari ist da!

Die Panzernashörner im Zoo Basel haben Nachwuchs: Am Montag kam Jari zur Welt. Mutter Quetta und dem Kalb geht es prächtig.

Neue Viehseuche

In der Schweiz breitet sich das Schmallenberg-Virus weiter aus. Es verursacht Missbildungen bei Kälbern, Lämmern und Ziegen. Bereits auf 124 Höfen wurde das Virus nachgewiesen. Nun tauchte es erstmals im Berggebiet auf. Im bündnerischen Puschlav sind mehrere Tiere auf einem Hof auf über 1000 Metern über Meer befallen. Das ist überraschend, weil das Virus von einer tropischen Mücke übertragen wird. (SDA)

Kurz notiert

Flugzeugabsturz in Russland. Bei einem Flugzeugabsturz in Russlands Fernem Osten sind zehn Menschen getötet und vier verletzt worden. Nach Behördenangaben zerschellte die Maschine während einer Notlandung wenige Kilometer vor dem Zielflughafen auf der Pazifik-Halbinsel Kamtschatka.

Fahrer ass Joghurt am Steuer. Die Zuger Polizei hat in Zug einen Lastwagenchauffeur angehalten,

der in voller Fahrt stadtauswärts fuhr und dabei ein Joghurt ass. Der 29-jährige Deutsche wurde angezeigt.

Fahrende Roma zogen weiter. Die fahrenden Roma aus Frankreich, die seit Samstag in Pentha VD campieren, haben das illegal besetzte Grundstück verlassen. Gegen dreissig Polizisten begleiteten die rund vierzig Wohnwagen zu einem offiziellen Standplatz in Rennaz VD. (SDA)

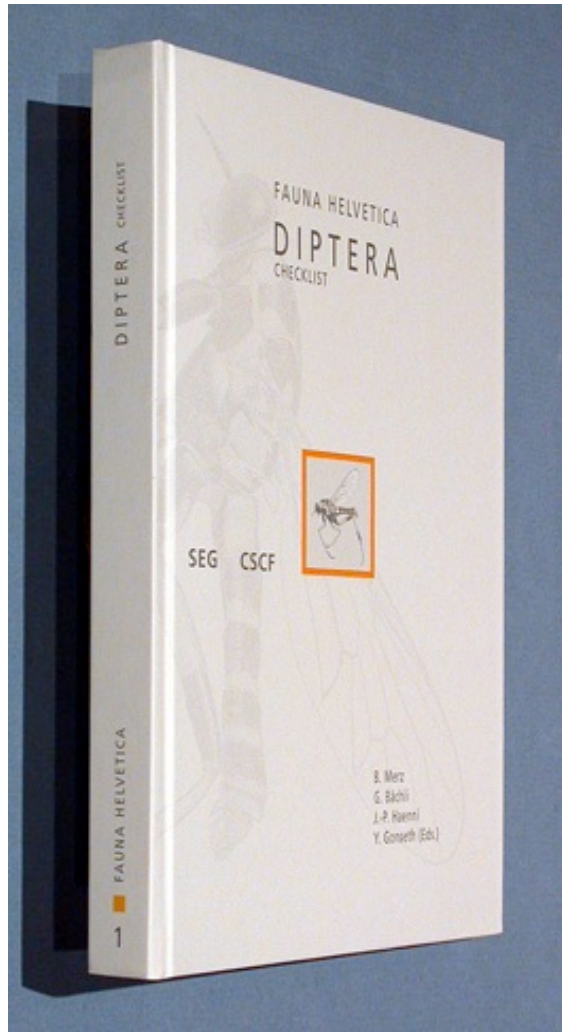
Tagi, 13.9.2012

Gnitzen (Ceratopogonidae)



Forschungsprojekte UZH

- Zeitlich-räumliches Vorkommen
- Molekulare Identifizierung: MALDI-TOF MS; qPCR
- Biologie (Bruthabitate, Zuckerfütterungsverhalten) (als Basis für Kontrolle)
- Wirtspräferenzen
- Vektorkompetenz von prä-alpinen Gnitzen (BTV 1, 4, 8)



Gnitzen (Ceratopogonidae)



2006: **20 bekannte Arten**

«Ceratopogonidae from Switzerland have received little attention by collectors and are very poorly known»

2017: **43 Arten**

Cagienard et al. 2006; Casati et al. 2009; Kaufmann et al. 2009; Kaufmann et al. 2012; Wenk et al. 2012; Paslaru et al. (2017)

Stechmücken (Culicidae)

Weltweit: 3500 Arten

Europa: 100 Arten

Schweiz: 43 Arten



Wichtige Gattungen:

Aedes, Anopheles, Culex



Schweizer Mückenarten

Häufige native Arten



Culex

***Cx. pipiens* (60%)**

Cx. torrentium

Cx. theileri

Cx. hortensis

Cx. martinii

Cx. territans

Cx. modestus

Aedes

Ae. cinereus

Ae. geminus

Ae. vexans

Ae. albopictus

Ae. cretinus

Ae. geniculatus

Ae. japonicus

Ae. koreicus

Ae. annulipes

Ae. cantans

Ae. excrucians

Ae. caspius caspius

Ae. cataphylla

Ae. communis

Ae. dorsalis

Ae. flavescens

Ae. intrudens

Ae. pullatus

Ae. punctor

Ae. riparius

Ae. sticticus

Ae. refiki

Ae. rusticus

Anopheles

An. claviger

An. maculipennis s.s.

An. messeae

An. plumbeus

Culiseta

Cs. longiareolata

Cs. fumipennis

Cs. morsitans

Cs. alaskaensis

Cs. annulata

Cs. glaphyroptera

Orthopodomyia pulcripalpis

Coquillettidia

Cq. (Cq.) richiardii

Cq. (Cq.) buxtoni



Schweizer Mückenarten

Invasive Arten



Culex

Cx. pipiens (60%)

Cx. torrentium

Cx. theileri

Cx. hortensis

Cx. martinii

Cx. territans

Cx. modestus

Aedes

Ae. cinereus

Ae. geminus

Ae. vexans

Ae. albopictus (2003)

Ae. cretinus

Ae. geniculatus

Ae. japonicus (2007)

Ae. koreicus (2015)

Ae. annulipes

Ae. cantans

Ae. excrucians

Ae. caspius caspius

Ae. cataphylla

Ae. communis

Ae. dorsalis

Ae. flavescens

Ae. intrudens

Ae. pullatus

Ae. punctor

Ae. riparius

Ae. sticticus

Ae. refiki

Ae. rusticus

Anopheles

An. claviger

An. maculipennis s.s.

An. messeae

An. plumbeus

Culiseta

Cs. longiareolata

Cs. fumipennis

Cs. morsitans

Cs. alaskaensis

Cs. annulata

Cs. glaphyroptera

Orthopodomyia pulcripalpis

Coquillettidia

Cq. (Cq.) richiardii

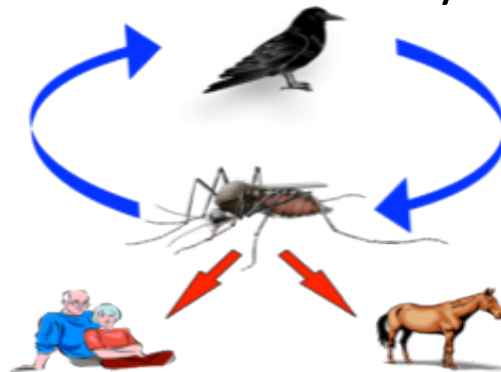
Cq. (Cq.) buxtoni



Durch Stechmücken-übertragene Erreger: West Nil Virus

Vögel (Hauptwirte):

i.A. keine oder milde Symptome



Übertragung:

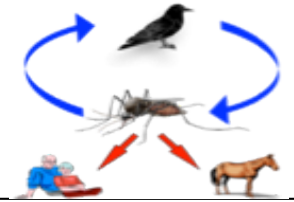
- Mücken
- Oral (Aasfresser, faeko-oral)






Mensch; Pferd ('Spillover')

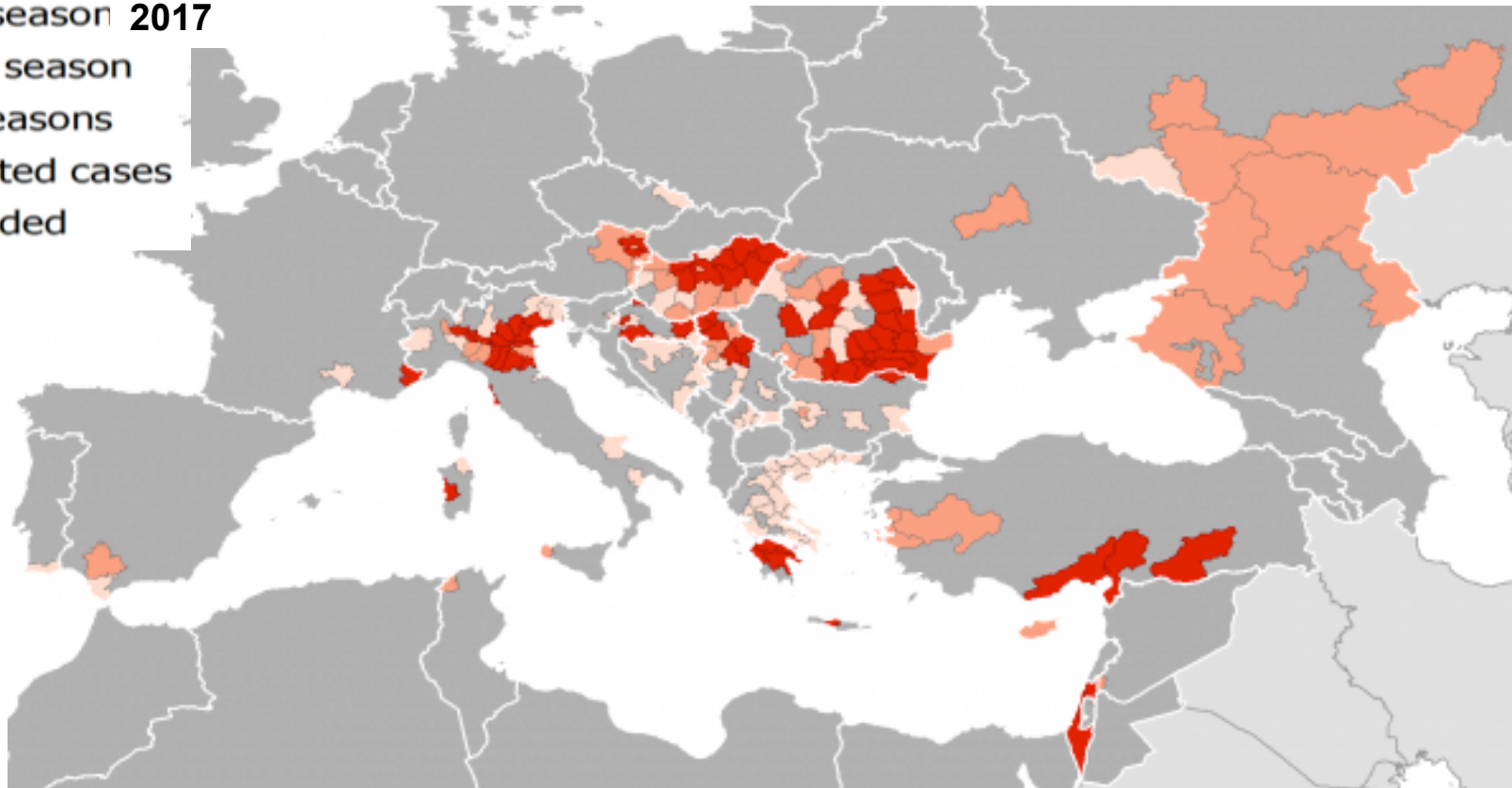
- Meist subklinisch
- Selten neuroinvasive Infektion



West Nil Virus Ausbreitung in Europa: Erkrankungen des Menschen

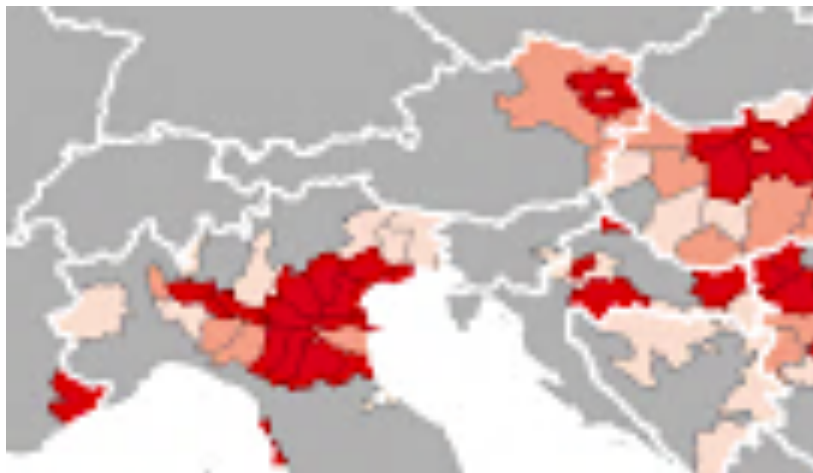
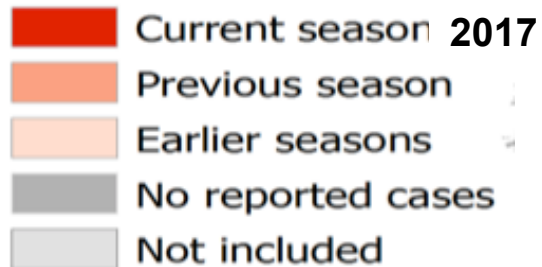
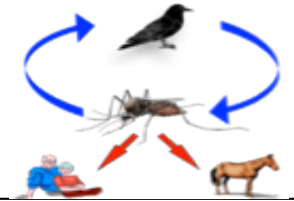


-  Current season 2017
-  Previous season
-  Earlier seasons
-  No reported cases
-  Not included





West Nil Virus Ausbreitung in Europa: Erkrankungen des Menschen



Kein Fall in CH, aber im benachbarten
Ausland:

Italien

2008: erster Fall beim Mensch

2011: 14 Fälle

2013: 69

2015: 50

2016: 68

2017: 55

Österreich

2014: erster Fall in Wien

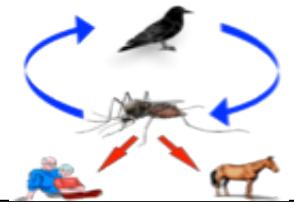
2015: 7

2016: 3

2017: 4



West Nil Virus Ausbreitung in Europa:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Veterinärwesen BVET
Monitoring (MON)

Konzept zur Überwachung und Prävention von West-Nil Fieber

erstellt im April 2011
überarbeitet im Februar 2013

von der Arbeitsgruppe West-Nil Fieber (IVI und BVET)
in Zusammenarbeit mit dem NRGK und dem BAG

- Früherkennung,
- Meldesystem,
- **Risikoabschätzung von Stechmückenpopulationen**

BVET Projekt 1.12.17

Vektorkapazität-Eigenschaften von CH-Mücken für WNV

Forschungsprojekt (2012-2016): Vektorkapazitätseigenschaften von Schweizer Mücken für West Nil Virus

- Mückenpopulationen an möglichen Übertragungsorten
- Wirtspräferenzen („Brückenvektoren“)
- Vektorkompetenz

$$C = m \cdot a^2 \cdot b \cdot p^n / -I_{np}$$

∑ mögliche Vektoren für WNV in CH

Culex pipiens

(vermuteter Vektor in Europa)



Aedes japonicus (jap. Buschmücke)



Aedes vexans (Überschwemmungsmücke)



Dissertationen S. Wagner, A. Schönenberger
Finanzierung BLV

Insecta

Wichtige Arthropoden – Vektoren

Diptera (Zweiflügler)

Mücken (Nematocera)

Ceratopogonidae (Gnitzen) **BTV, (LSD?)**

Culicidae (Stechmücken) **WNV, (LSD?)**

Phlebotominae (Sandmücken)

Fliegen (Brachycera)

Tabanidae stechende Fliegen **LSD**

Muscidae



Lumpy skin disease (Dermatitis nodularis)

Viruskrankheit (Capripoxvirus) des Rindes



Hochansteckende Tierseuche
Afrika

Lumpy skin disease (Dermatitis nodularis)

Übertragung:

Wenig bekannt

Postuliert: **Mechanische Übertragung durch Insekten**

(wenig Temperatur-abhängig!)

Indizienbeweise, u.a.:

- keine Übertragung in Insekten-dichten Gehegen
- Übertragung korreliert mit saisonaler Arthropoden-Aktivität (Regenzeit)
- Math. Modell (Magori et al., 2012)

Andere: Deckakt, Intra-uterin, direkt, indirekt [Futter, Wasser]

Übertragung von LSDV: Arthropoden

Hauptverdächtiger Afrika:

Stomoxys calcitrans (Wadenstecher)

Evidenz:

- Viren-Nachweis in Fliegen vom Feld
- Grosse Populationen bei Ausbrüchen



Balkan 2016: Explosive Ausbreitung LSDV: Gnitzen? Stechmücken?

Feld: Nachweis LSDV in Gnitzen (Türkei) Sevik and Dogan 2015



Labor: mech. (!) Übertragung durch Stechmücken
(Laborstamm *Aedes aegypti*)

Chihota et al. 2001



LSDV Schweiz

Vorgeschlagenes Forschungsprojekt (2017; BLV)

“Lumpy skin disease: improvement of diagnostic methods and assessment of potential for arthropod transmission in Switzerland”

- IVI, Mittelhäusern
(Andrea Vöglin, Christian Griot)
- Virologisches Institut, Vetsuisse Zürich
(Cornel Fraefel, Kurt Tobler)
- Institut für Parasitologie, Vetsuisse Zürich
(Eva Veronesi, Alexander Mathis)



Prognostizierte neu-auftretende („emerging“) Arthropoden-übertragene Flaviviren des Menschen:

EcoHealth Alliance (www.ecohealthalliance.org)

Statistische Analyse der Daten über Flaviviren

(FSME, DENV, JEV, WNV, Zika, YFV,...):

Je mehr Wirtsarten ein Flavivirus hat, desto wahrscheinlicher kann es auch den Menschen infizieren:

- Usutu (Wirte: Vögel) (Vektoren: Stechmücken) (Vorkommen: Afrika, Europa)
- Ilheus (Vögel) (Stechmücken) (Südamerika)
- Louping ill (Säuger, Vögel) (Zecken, *Ixodes ricinus*) (Europa)
- Wesselsbron (Säuger, Vögel) (Stechmücken) (Afrika, Thailand)
- Tyuleniy (Vögel) (Zecken) (Russland)

Prognostizierte neu-auf tretende (,emerging‘) Arthropoden-
übertragene Flaviviren des Menschen:

EcoHealth Alliance (www.ecohealthalliance.org)

Statistische Analyse der Daten über Flaviviren
(FSME, DENV, JEV, WNV, Zika, YFV,...):

Je mehr Wirtsarten ein Flavivirus hat, desto wahrscheinlicher
kann es auch den Menschen infizieren:

- Usutu (Wirte: Vögel) (Vektoren: Stechmücken) (Vorkommen: Afrika, Europa)



Prognostizierte neu-auftretende („emerging“) Arthropoden-übertragene Flaviviren des Menschen:

EcoHealth Alliance (www.ecohealthalliance.org)

Eurosurveillance, Volume 22, Issue 14, 06 April 2017

Rapid communication

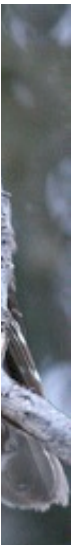
BLOOD DONOR SCREENING FOR WEST NILE VIRUS (WNV) REVEALED ACUTE USUTU VIRUS (USUV) INFECTION, GERMANY, SEPTEMBER 2016

D Cadar^{1 2}, P Maier³, S Müller⁴, J Kress⁴, M Chudy⁴, A Bialonski¹, A Schlaphof¹, S Jansen^{1 2}, H Jöst^{1 2}, E Tannich¹, S Runkel⁵, WE Hitzler⁵, G Hutschenreuter³, M Wessiepe^{3 6}, J Schmidt-Chanasit^{1 2 6}

+ Author affiliations

1. Bernhard Nocht Institute for Tropical Medicine, WHO Collaborating Centre for Arbovirus and Hemorrhagic Fever Reference and Research, Hamburg, Germany
2. German Centre for Infection Research (DZIF), partner site Hamburg-Luebeck-Borstel, Hamburg, Germany
3. Institute for Transfusion Medicine, University Hospital, Aachen, Germany
4. Paul-Ehrlich-Institut, Federal Institute for Vaccines and Biomedicines, Langen, Germany
5. Transfusion Center, University Medical Center of the J.G. University, Mainz, Germany
6. These authors contributed equally to this work

Correspondence: Jonas Schmidt-Chanasit (jonassi@gmx.de)



„Die 8 Viren der Apokalypse“ (New Scientist 25 Feb 2017)

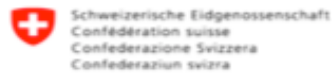
WHO Priorisierung Krankheiten (Potential für ‚*global health emergency*‘ und keine präventiven oder kurativen Lösungen vorhanden)

- Lassa hämorrhagisches Fieber (West Afrika, Ratte, vergleichbar Ebola)
- Filovirale Krankheiten (Ebola, Marburg)
- Nipah Krankheit (Bangladesh, Fledermäuse)
- Rift Valley Fieber (Afrika, Rinder; Stechmücken oder Fleischkonsum)
- SARS, MERS und emerging Coronaviren (Säuger, Fledermäuse)
- Krim-Kongo hämorrhagisches Fieber (weitverbreitet, auch Europa; Zecken)
- Chikungunya (Afrika; Affen; Stechmücken)
- Severe fever with thrombocytopenia syndrome virus (Ostasien; Stechmücken)

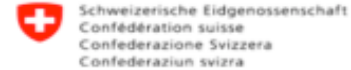
Vektor-übertragene Krankheiten: eine sich kontinuierlich wandelnde Lage

- Evolution Pathogene
- Globalisierung (Handel, Reisen, Migration):
 - Pathogene in neuen Gebieten, einheimische Vektoren
 - invasive Vektor-Arten
- Ökologische Veränderungen (z.B. Renaturierungen)
- Sozio-ökonomische Veränderungen
- (Klimawandel)
(cave: nicht nur Temperatur, auch Niederschlag wesentlich)

Acknowledgments



**Bundesamt für
Lebensmittelsicherheit und
Veterinärwesen**



**Federal Food Safety and
Veterinary Office**

UZH

SNF

EU (Horizon 2020: ZikAlliance, Infravec2)

COST

Industrie (Mabritec, AVIA-Gis, Bayer, Novartis Animal Health, Merial)

BAFU

ALN, AWEL Kanton Zürich

IAEA Vienna

Insekten als Vektoren für Tierseuchen

alexander.mathis@uzh.ch

Vector Entomology unit
National Centre for Vector Entomology

Herbsttagung TVL

23. November 2017, Olten

„Insekten: Vektoren, Schädlinge, Lebensmittel“