

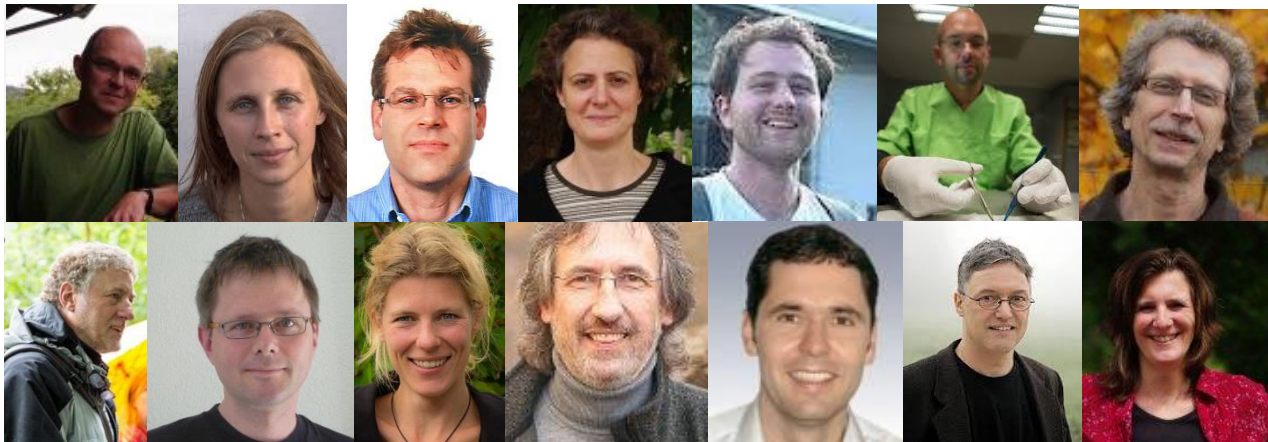
Die Bedrohung durch den Salamanderfresserpilz (*Batrachochytrium salamandrivorans*)

Stefan Lötters

Universität Trier, loetters@uni-trier.de

In Zusammenarbeit und mit Dank an

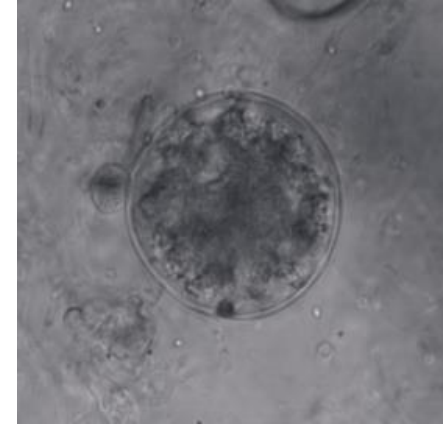
Lutz Dalbeck, Heidrun Düssel-Siebert, Arno Geiger (LANUV), Kai Kirst, An Martel, Dagmar Ohlhoff, Frank Pasmans, Benedikt R. Schmidt (KARCH), Annemarieke Spitzen-van der Sluijs (RAVON), Sebastian Steinfartz, Michael Veith, Miguel Vences, Norman Wagner, Josef Wegge und weiteren



sowie BfN, DBU, DGHT, Nikolaus Koch Stiftung, NRW, Stiftung Artenschutz/VdZ, Zoo Landau

Was ist *Bsal*?

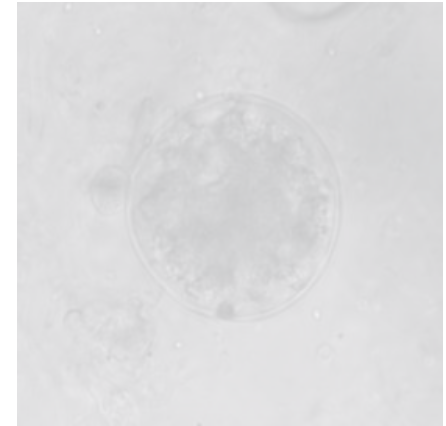
- ein Töpfchenpilz (Chytridiomycota)
 - besitzen *chytridion* zur Aufbewahrung von Zoosporen
- eng (?) verwandt mit dem *Batrachochytrium dendrobatidis*



- befällt Amphibien, kann rasch töten: Aussterben ganzer Populationen (Arten?)
- entdeckt 1997, Nachweise bis ins 19. Jh., sich stark ausbreitend seit den 1980ern
- Ursprung unbekannt, verschiedene Linien (GPL: hypervirulent)
- Resistenzen bekannt, z.B. bei den meisten einheimischen Arten
- einige Vektoren bekannt (z.B. invasive Ochsenfrösche)
- frisst Keratin (auch bei Kaulquappen)
- führt zu osmoregulatorischem Ungleichgewicht und zum Zusammenbruch neurologischer Funktionen: Herzversagen

Was ist *Bsal*?

- ein Töpfchenpilz (Chytridiomycota)
 - besitzen *chytridion* zur Aufbewahrung von Zoosporen
- eng (?) verwandt mit dem *Batrachochytrium dendrobatidis*



D. Midgley



Was ist *Bsal*?

- ein Töpfchenpilz (Chytridiomycota)
 - besitzen *chytridion* zur Aufbewahrung von Zoosporen

- eng (?) verwandt mit dem *Batrachochytrium dendrobatidis*
 - sehr gefährlich

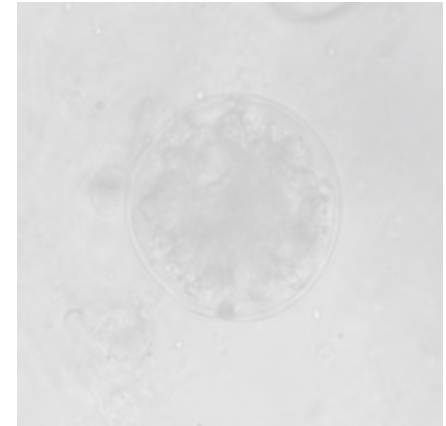
- trotz vieler Forschungsergebnisse bleibt vieles unbekannt, vor allem die Rolle des menschlichen Handelns (z.B. GPL, *Bd* in Madagaskar)

- eine Lehre daraus:

Krankheiten spielen im Anthropozän eine gesteigerte Bedrohung für Amphibien

- es kommen andere Krankheiten:

- Ranavirus
- *Bsal*
- *Bnext*...



D. Midgley

OPEN

Emerging Microbes & Infections (2016) 5, e97; doi:10.1038/emi.2016.94
www.nature.com/emi

ORIGINAL ARTICLE

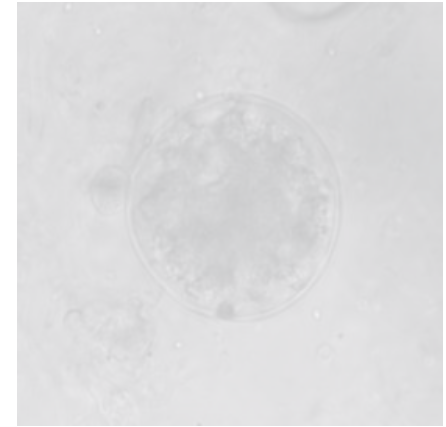
Detection of spring viraemia of carp virus in imported amphibians reveals an unanticipated foreign animal disease threat

Hon S Ip, Jeffrey M Lorch and David S Blehert

Global translocation of plants and animals is a well-recognized mechanism for introduction of pathogens into new regions. To mitigate this risk, various tools such as preshipment health certificates, quarantines, screening for specific disease agents and outright bans have been implemented. However, such measures only target known infectious agents and their hosts and may fail to prevent translocation of even well-recognized pathogens if they are carried by novel host species. In a recent example, we screened an imported shipment of Chinese firebelly newts (*Cynops orientalis*) for *Batrachochytrium salamandrivorans*, an emergent fungal pathogen of salamanders. All animals tested negative for the fungus. However, a virus was cultured from internal organs from 7 of the 11 individual dead salamanders and from two pools of tissues from four additional dead animals. Sequencing of a portion of the glycoprotein gene from all viral isolates indicated 100% identity and that they were most closely related to spring viraemia of carp virus (SVCV). Subsequently, SVCV-specific PCR testing indicated the presence of virus in internal organs from each of the four animals previously pooled, and whole-genome sequencing of one of the viral isolates confirmed genomic arrangement characteristic of SVCV. SVCV is a rhabdovirus pathogen of cyprinid fish that is listed as notifiable to the Office International des Epizooties. This discovery reveals a novel route for potential spillover of this

Was ist *Bsal*?

- ein Töpfchenpilz (Chytridiomycota)
 - besitzen *chytridion* zur Aufbewahrung von Zoosporen
- eng (?) verwandt mit dem *Batrachochytrium dendrobatidis*
- *Bsal* frisst Löcher in die Haut (Läsionen: Abb.) – **nur** – bei Schwanzlurchen, was zu Lethargie und zum raschen Tod führt: wenige Tage

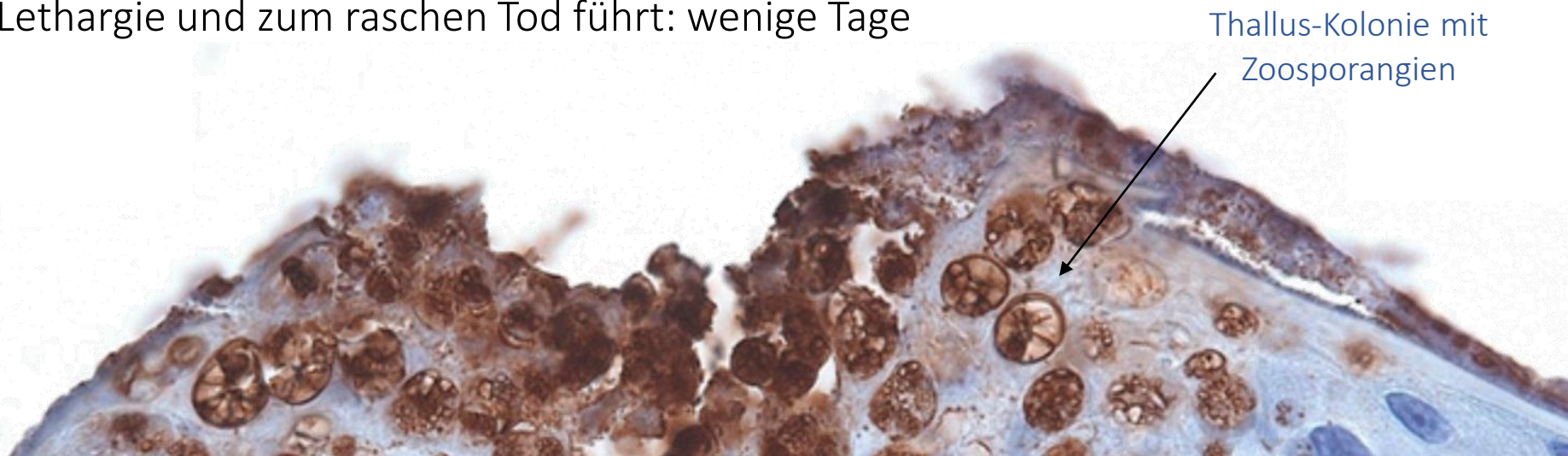
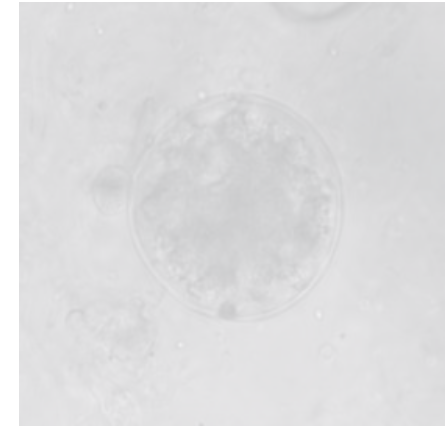


D. Midgley



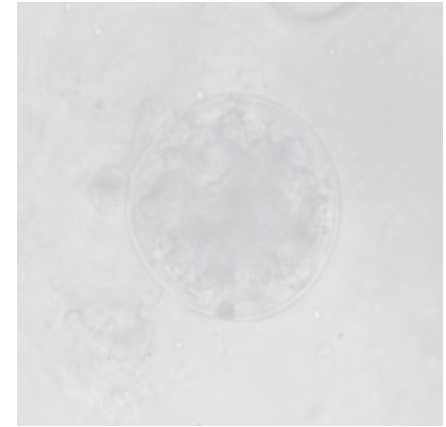
Was ist *Bsal*?

- ein Töpfchenpilz (Chytridiomycota)
 - besitzen *chytridion* zur Aufbewahrung von Zoosporen
- eng (?) verwandt mit dem *Batrachochytrium dendrobatidis*
- *Bsal* frisst Löcher in die Haut (Läsionen: Abb.) – **nur** – bei Schwanzlurchen, was zu Lethargie und zum raschen Tod führt: wenige Tage

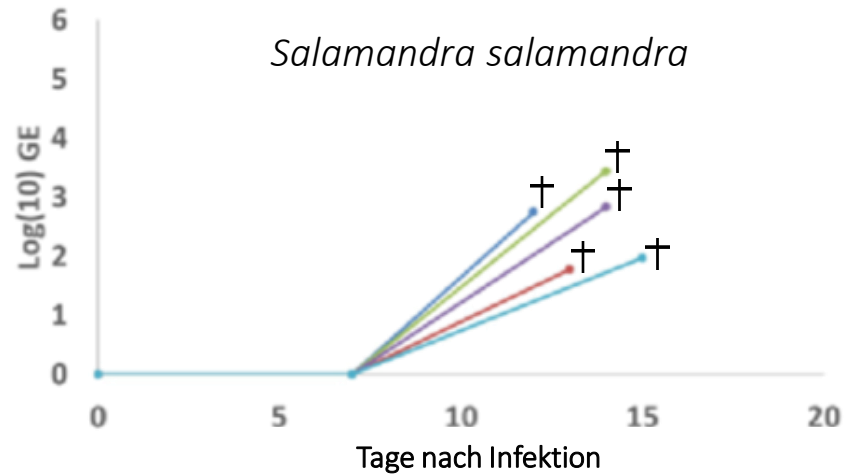


Was ist *Bsal*?

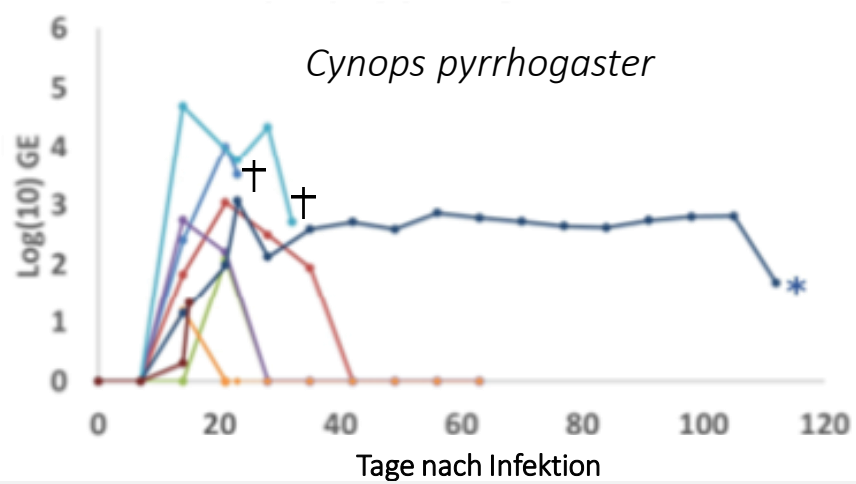
- ein Töpfchenpilz (Chytridiomycota)
 - besitzen *chytridion* zur Aufbewahrung von Zoosporen
- eng (?) verwandt mit dem *Batrachochytrium dendrobatidis*
- *Bsal* frisst Löcher in die Haut (Läsionen: Abb.) – nur – bei Schwanzlurchen, was zu Lethargie und zum raschen Tod führt: wenige Tage
- im Laborversuch ist *Bsal* tödlich für die meisten Molch- und Salamander-Arten; einige zeigen jedoch Resistenz bzw. Toleranz



Was ist *Bsal*?



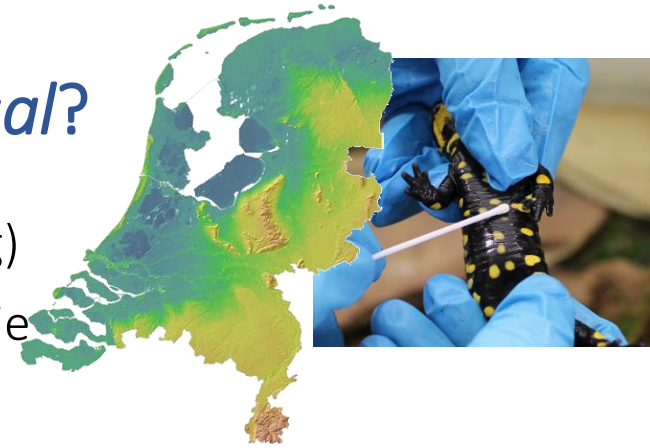
Feuersalamander



Japanischer Feuerbauchmolch

Die Entdeckung von *Bsal*?

- beschrieben 2013 aus den Niederlanden (Zuid-Limburg)
- Nachweis über quantitative *real time* PCR und Histologie



PNAS | September 17, 2013 | vol. 110 | no. 38 | 15325–15329

Batrachochytrium salamandrivorans sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians

An Martel^{a,1}, Annemarieke Spitzen-van der Sluijs^b, Mark Blooi^a, Wim Bert^c, Richard Ducatelle^a, Matthew C. Fisher^d, Antonius Woeltjes^b, Wilbert Bosman^b, Koen Chiers^a, Franky Bossuyt^e, and Frank Pasmans^a

^aDepartment of Pathology, Bacteriology and Avian Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, B-9820 Merelbeke, Belgium; ^bReptile, Amphibian and Fish Conservation The Netherlands, 6501 BK, Nijmegen, Netherlands; ^cDepartment of Biology, Nematology Unit, Faculty of Science, Ghent University, 9000 Ghent, Belgium; ^dDepartment of Infectious Disease Epidemiology, Faculty of Medicine, Imperial College London, London W2 1PG, United Kingdom; and ^eAmphibian Evolution Lab, Biology Department, Vrije Universiteit Brussel, 1050 Brussels, Belgium

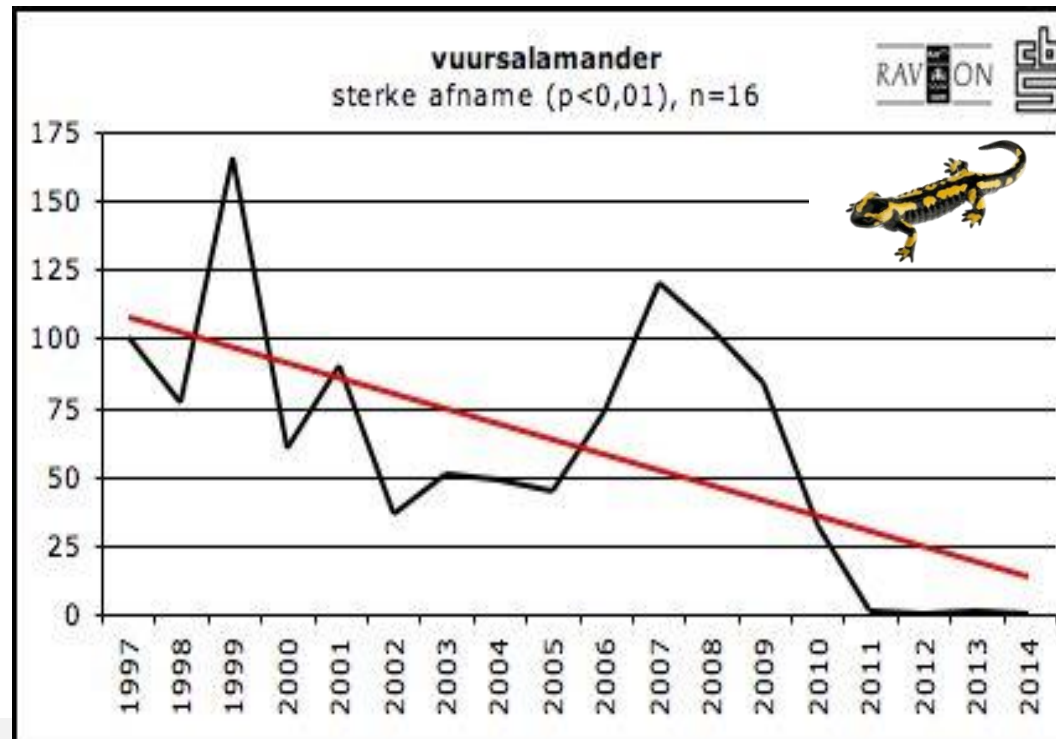
Edited by David B. Wake, University of California, Berkeley, CA, and approved August 1, 2013 (received for review April 18, 2013)

The current biodiversity crisis encompasses a sixth mass extinction event affecting the entire class of amphibians. The infectious disease chytridiomycosis is considered one of the major drivers of global amphibian population decline and extinction and is thought to be caused by a single species of aquatic fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. However, several amphibian population declines remain unexplained, among them a steep decrease in fire salamander populations (*Salamandra salamandra*) that has brought this species to the edge of local extinction. Here we isolated and characterized a unique chytrid fungus, *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov., from this salamander population. This chytrid causes erosive skin disease and rapid mortality in experimentally infected fire salamanders and was present in skin lesions of salamanders found dead during the decline event. Together with the closely

59°), The Netherlands. Phylogenetic analyses including a broad range of representative chytrid species show that this fungus represents a previously undescribed lineage that forms a clade with *B. dendrobatidis* (Fig. 1; Table S1). Its considerable genetic distance from *B. dendrobatidis* (3.47–4.47% for the 1,513 18S + 28S rRNA base pairs) compared with the shallow divergences between *B. dendrobatidis* isolates (6) warrants the description of a unique species within the chytridiomycote order Rhizophydiales (family *incertae sedis*): *Batrachochytrium salamandrivorans* spec. nov. The unique chytrid represented by isolate AMFP13/1 (the holotype in liquid nitrogen at Ghent University) is the second chytrid known to parasitize and kill amphibians. In vitro, the unique taxon produces motile zoospores, which emerge

Die Entdeckung von *Bsal*?

- beschrieben 2013 aus den Niederlanden (Zuid-Limburg)
- Nachweis über quantitative *real time* PCR und Histologie
- nach drastischen Einbrüchen beim Feuersalamander inkl. häufiger Totfunde (ab 2008)
- seither ca. 2% Überlebende





Amphibia-Reptilia 34 (2013): 233-239

Rapid enigmatic decline drives the fire salamander (*Salamandra salamandra*) to the edge of extinction in the Netherlands

Annemarieke Spitzen-van der Sluijs^{1,4,*}, Frank Spikmans¹, Wilbert Bosman¹, Marnix de Zeeuw²,
Tom van der Meij², Edo Goverse¹, Marja Kik³, Frank Pasmans⁴, An Martel⁴

Abstract. In the Netherlands, the fire salamander (*Salamandra salamandra*) is at the edge of its geographic range and is restricted to three small populations in the extreme south of the country. Despite the species being listed as 'Endangered' on the national Red List, the situation was considered to be stable. However, from 2008 onwards dead individuals were seen on more than one occasion. A sharp decline in numbers has been observed since 2010 (96%; $P < 0.01$), but we were unable to attribute this to any known cause of amphibian decline, such as chytridiomycosis, ranavirus or habitat degradation. The present work describes this enigmatic decline, and we discuss these results in the context of possible causes.

Keywords: enigmatic decline, local extinction, mortality, *Salamandra salamandra*, terrestrial salamanders.

Woher stammt *Bsal*? Breitet sich *Bsal* aus? Befällt *Bsal* weitere Arten? Was können wir tun? ???

RESEARCH | REPORTS

SCIENCE
31 OCTOBER 2014 • VOL 346 ISSUE 6209

WILDLIFE DISEASE

Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders

A. Martel,^{1*} M. Blooi,^{1,2†} C. Adriaensen,^{1†} P. Van Rooij,^{1†} W. Beukema,³ M. C. Fisher,⁴ R. A. Farrer,⁵ B. R. Schmidt,^{6,7} U. Tobler,^{6,7} K. Goka,⁸ K. R. Lips,⁹ C. Muletz,⁹ K. R. Zamudio,¹⁰ J. Bosch,¹¹ S. Lötters,¹² E. Wombwell,^{13,14} T. W. J. Garner,¹⁴ A. A. Cunningham,¹⁴ A. Spitzen-van der Sluijs,¹⁵ S. Salvidio,¹⁶ R. Ducatelle,¹ K. Nishikawa,¹⁷ T. T. Nguyen,¹⁸ J. E. Kolby,¹⁹ I. Van Bocxlaer,²⁰ F. Bossuyt,²⁰ F. Pasmans¹

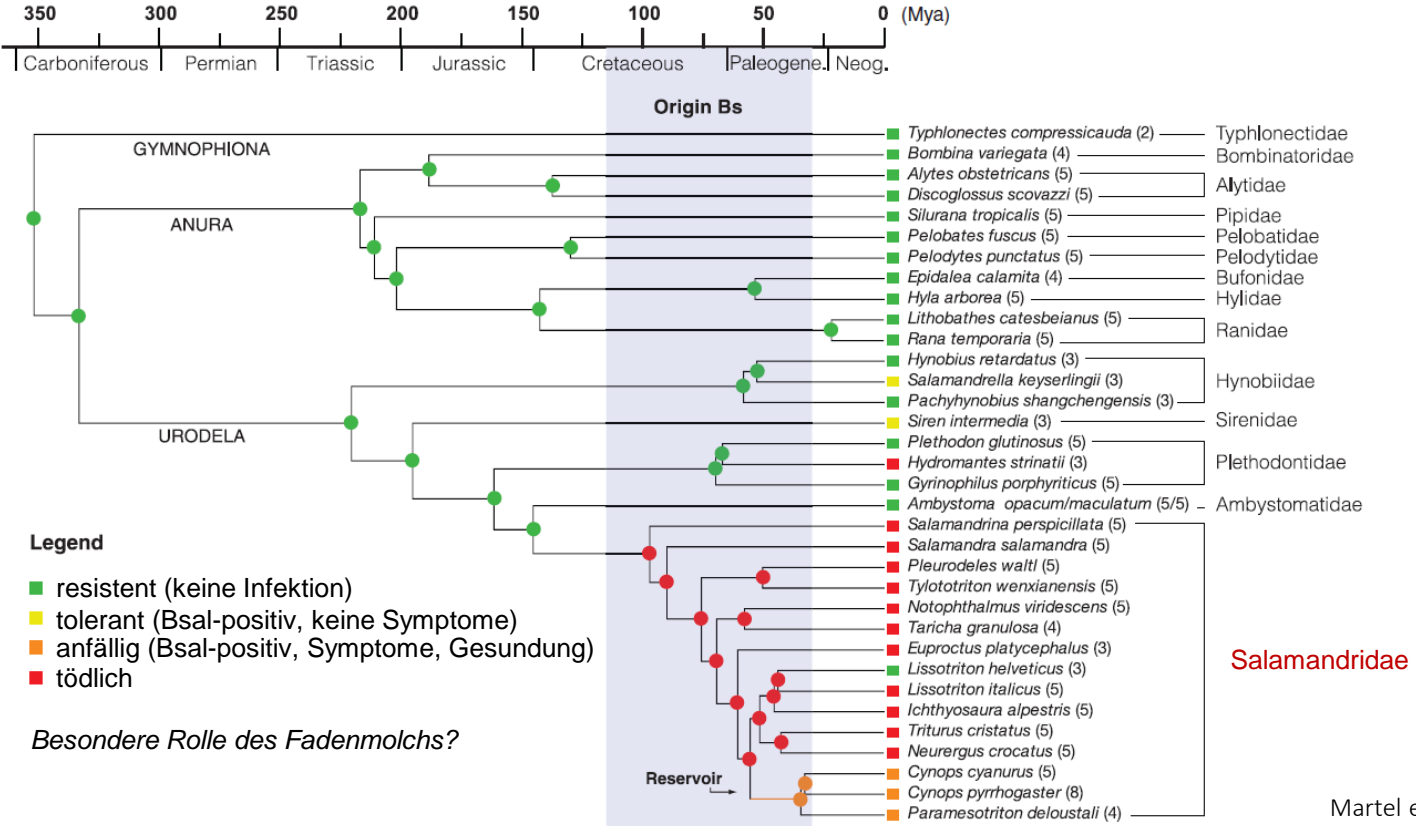
Emerging infectious diseases are reducing biodiversity on a global scale. Recently, the emergence of the chytrid fungus *Batrachochytrium salamandrivorans* resulted in rapid declines in populations of European fire salamanders. Here, we screened more than 5000 amphibians from across four continents and combined experimental assessment of pathogenicity with phylogenetic methods to estimate the threat that this infection poses to amphibian diversity. Results show that *B. salamandrivorans* is restricted to, but highly pathogenic for, salamanders and newts (Urodela). The pathogen likely originated and remained in coexistence with a clade of salamander hosts for millions of years in Asia. As a result of globalization and lack of biosecurity, it has recently been introduced into naïve European amphibian populations, where it is currently causing biodiversity loss.

and wild (2 of 5 taxa) urodelans. Our infection experiments indicated three Asian salamanders (*Cynops pyrrhogaster*, *Cynops cyanurus*, and *Paramesotriton deloustali*) as potential reservoirs. Seven specimens of these species were capable of limiting clinical disease and either persisted with infection for up to at least 5 months with recurring episodes of clinical disease, or even totally cleared the infection (table S1 and fig. S2). The combined evidence of natural occurrence and experimental maintenance of *B. salamandrivorans* infections indicates that at least these three species may function as a reservoir in Asia.

To investigate whether these amphibian communities may have constituted a reservoir of infection in the past, we estimated when *B. salamandrivorans* diverged from *B. dendrobatidis* and used present-day patterns of susceptibility to reconstruct amphibian susceptibility through time. Our Bayesian estimates of divergence time with a broad prior calibration range resulted in a mean estimate of 67.3 million years ago (Ma) (fig. S3) and a 95% highest posterior density interval of 115.3 to 30.3 Ma, indicating that *B. salamandrivorans* diverged from *B. dendrobatidis* in the Late Cretaceous or early Paleogene (Fig. 1, gray bar). Maximum parsimony and maximum likelihood ancestral reconstructions (Fig. 1)

Woher stammt *Bsal*?

- Untersuchung von weltweit >5.000 Amphibien: 35 Arten darunter 24 Urodelen
- *Bsal* in der Natur bei asiatischen Molchen: ohne Probleme (4% von 432 Tieren)
- kein neues Pathogen (mind. 25 Mio. Jahre alt)



Woher stammt *Bsal*?

- Untersuchung von weltweit >5.000 Amphibien: 35 Arten darunter 24 Urodelen
 - *Bsal* in der Natur bei asiatischen Molchen: ohne Probleme (4% von 432 Tieren)
 - kein neues Pathogen (mind. 25 Mio. Jahre alt)
 - Museumsexemplare aus 1861 vom Schwertschwanzmolch, *Cynops ensicauda*: *Bsal*-positiv
 - in Gefangenschaft gehaltene WF Krokodilschwanzmolche, *Tylototriton vietnamensis*: *Bsal*-positiv (2 Tiere)
 - bei frisch importierten Schwanzlurchen der potenziellen Überträger-Arten **bisher kein *Bsal* festgestellt**
- trotzdem geht man davon aus:



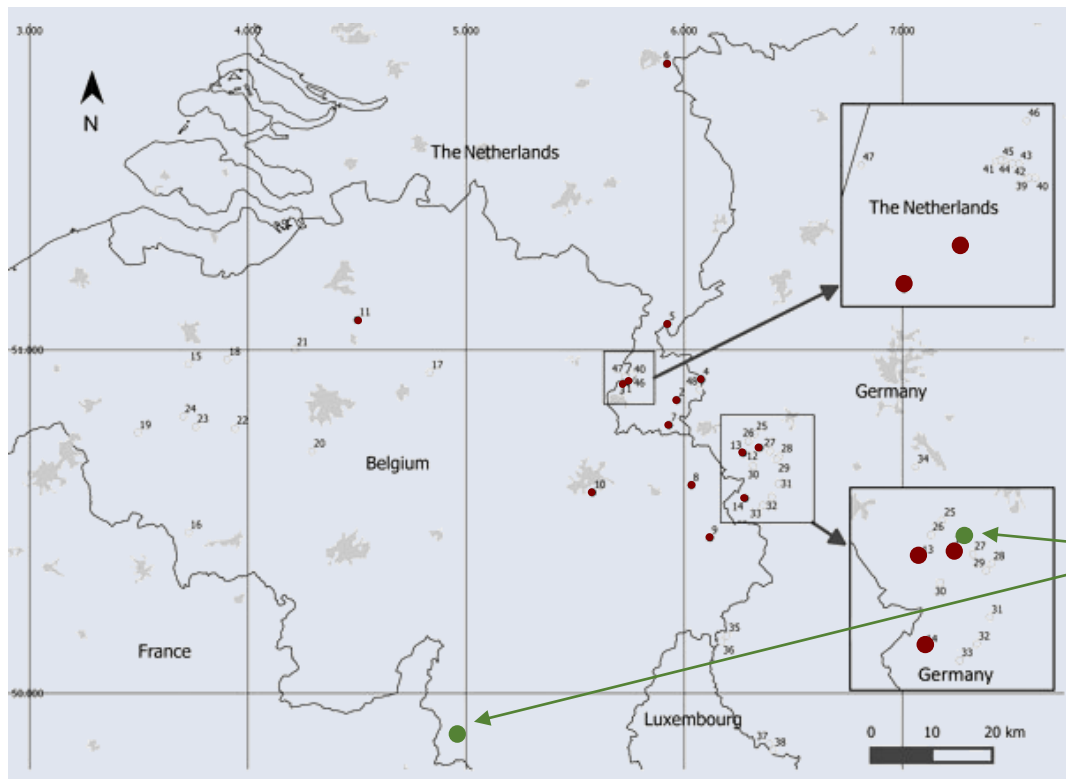
***Bsal* wurde über den Tierhandel nach Europa eingeschleppt**

Breitet sich *Bsal* weiter aus?

- in Europa ziemlich sicher **ja!**
- Kerngebiet NL/B/D: Raum Ardennen und Eifel
 - 2014: 2 Standorte in Belgien (starke Einbrüche beim Feuersalamander)
 - 2015: 3 Standorte in D (zunächst keine Einbrüche), weite in B, NL
 - aber: >300 untersuchte Tiere (qPCR) an denselben Standorten in D
im Vorjahr: *Bsal*-negativ
 - seither: weitere Funde in D, B, NL, meist mit Einbrüchen
 - 57 Standorte gescannt, >1.900 Tiere: 15 *Bsal*-positiv (meist Feuersalamander),
meist im Kerngebiet, jedoch auch in einem Radius von ca. 100 km
 - im Kerngebiet teilweise Einbrüche bei Feuersalamandern, ohne *Bsal*-Nachweis
 - dazu: Nachweise aus der Haltung (CH, D, UK)
 - Tiere mit nur leichten Prävalenzen?

Breitet sich *Bsal* weiter aus?

- in Europa ziemlich sicher **ja!**
- Kerngebiet NL/B/D: Raum Ardennen und Eifel



- *Bsal*-Nachweise B, NL
- *Bsal*-Nachweise D

neu in 2016

Breitet sich *Bsal* weiter aus?

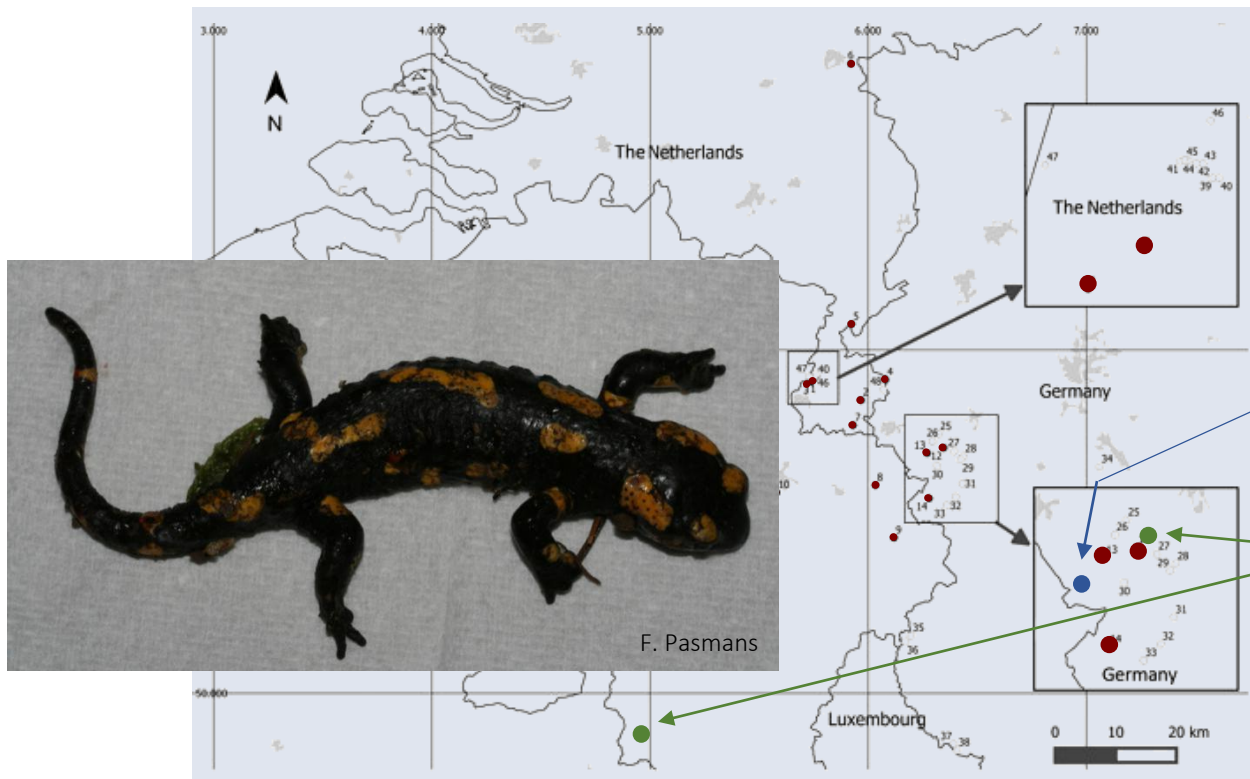
- in Europa ziemlich sicher **ja!**
- Kerngebiet NL/B/D: Raum Ardennen und Eifel
- schon seit 2004?



- *Bsal*-Nachweise B, NL
- *Bsal*-Nachweise D

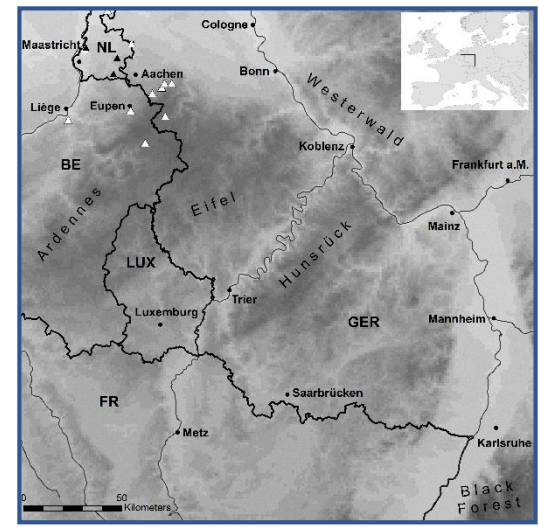
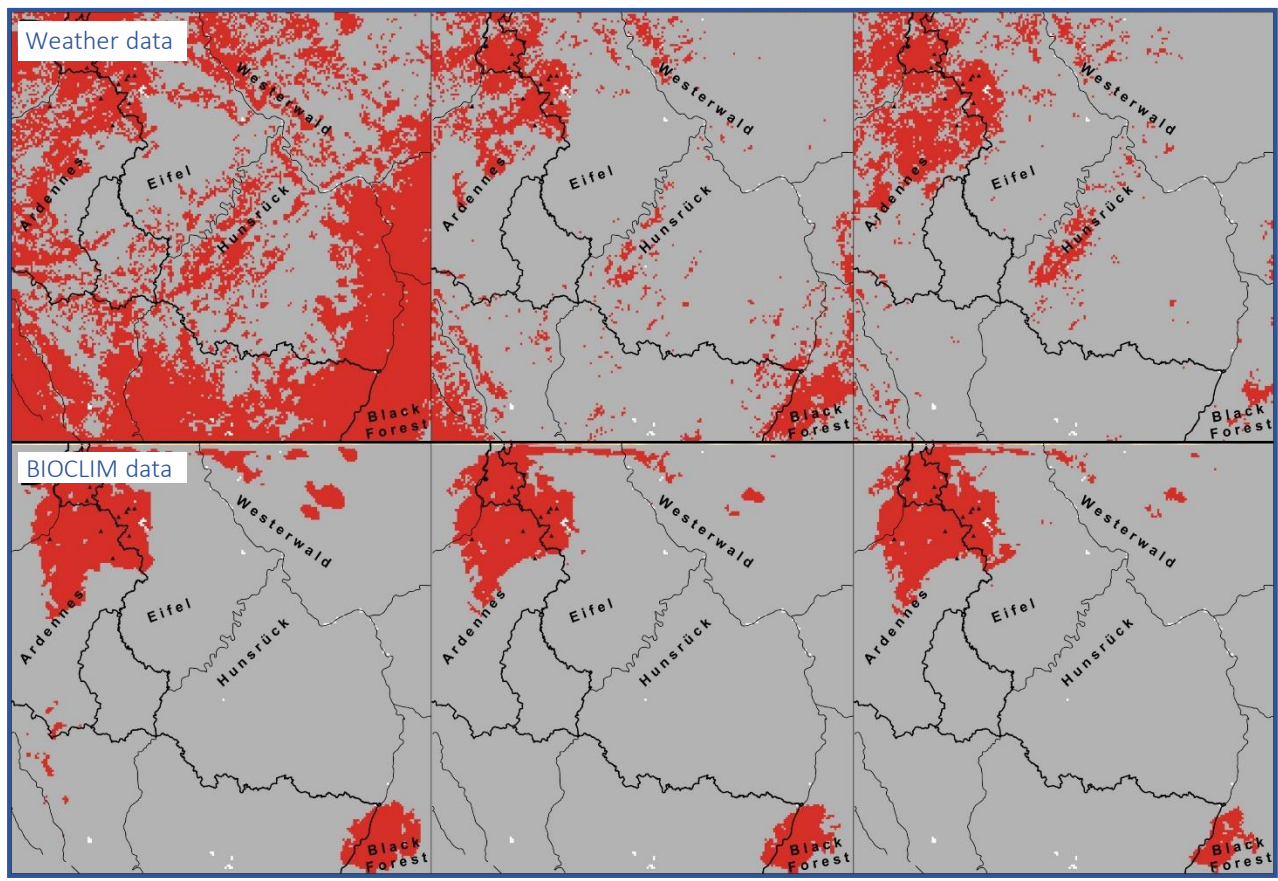
mögl. Ausbruch 2004

neu in 2016



Breitet sich *Bsal* weiter aus?

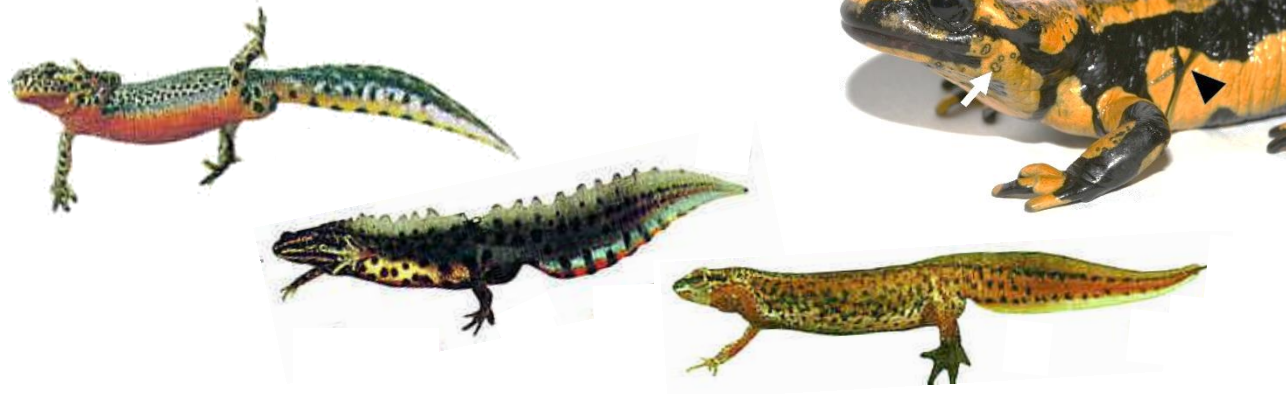
- vorläufiges Modell zur potenziellen Verbreitung von *Bsal*



Befällt *Bsal* weitere Arten?

- Ja!

- Feuersalamander
- Bergmolch
- Teichmolch
- neu: Fadenmolch



- Populationseinbrüche insbesondere beim Feuersalamander (B, D, NL)

Im schlimmsten Fall ist mit einem massiven Diversitätsverlust bei Schwanzlurchen im europäischen Raum zu rechnen!

Was können wir tun?

- Schließen von Wissenslücken

- Grundlagenforschung
- Monitoring

- Diskussion / Aufklärung

- Behörden, Interessensgruppen
- Öffentlichkeit



- ggf. Handeln (Prävention / Bekämpfung)

- Haltung / Handel überdenken
- politische Maßnahmen / Gesetze
- *in situ* Schutzmaßnahmen
- *ex situ* Schutzmaßnahmen



Was können wir tun?

Zeitschrift für Feldherpetologie, Supplement 15: 229–241

November 2009

M. Hachtel, M. Schlüpmann, B. Thiesmeier & K. Weddeling (Hrsg.): Methoden der Feldherpetologie

Desinfektion als Maßnahme gegen die Verbreitung der Chytridiomykose bei Amphibien

BENEDIKT R. SCHMIDT^{1,2}, SAMUEL FURRER³, AXEL KWET⁴, STEFAN LÖTTERS⁵,
DENNIS RÖDDER^{5,6}, MARC SZTATECSNY⁷, URSINA TOBLER¹ & SILVIA ZUMBACH²

¹Zoologisches Institut, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, Schweiz

²KARCH, Passage Maximilien-de-Meuron 6, CH-2000 Neuchâtel, Schweiz

³Zoo Zürich, Zürichbergstrasse 221, CH-8044 Zürich, Schweiz

⁴Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Zoologie, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart

⁵Universität Trier, Abteilung Biogeographie (FB VI), D-54286 Trier

⁶Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig, Adenauerallee 160, D-53113 Bonn

⁷Department für Evolutionsbiologie, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien,
Österreich

Adresse für Korrespondenz:

BENEDIKT R. SCHMIDT, KARCH, Passage Maximilien-de-Meuron 6,

CH-2000 Neuchâtel, Schweiz

benedikt.schmidt@unine.ch

**Disinfection is an action needed to stop the further spread
of chytridiomycosis**

Diseases are one major reason for the global amphibian decline and extinction. In



Was können wir tun?



Zeitschrift für Feld
M. Hachte

Des

BENED
DENNIS

¹Zoologisches
²KA

⁴Staatliches

⁶Zoologisch
⁷Departm

Diseases

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen



Amphibienkrankheiten – Einführung von Hygieneregeln in NRW

Arno Geiger, Fachbereich 24 (Artenschutz, Vogelschutzwarte, Artenschutzzentrum Metelen)

Einleitung

Infektionskrankheiten sind eine schwerwiegende Bedrohung der globalen Biodiversität (Daszak et al. 2000, Harvell et al. 1999, Kessing et al. 2010, Lebarbenchon et al. 2008, Ward & Lafferty 2004). Der zeitliche Verlauf solcher Krankheiten, die Ausbreitungsmechanismen und die evolutionäre Entwicklung der Erreger sind weltweit Forschungsschwerpunkte vieler Universitäten. In Deutschland arbeiten u.a. die Lehrstühle für Zoologie der Universitäten Trier und Braunschweig an diesem Thema. Erkenntnisgewinn ist notwendig, um die Auswirkungen auf die heimische Fauna abschätzen zu können. Gleichzeitig können aus den Erkenntnissen Gegenmaßnahmen formuliert werden, um einer weiteren Ausbreitung vorzubeugen.

Amphibien sind die dabei am stärksten bedrohte Wirbeltiergruppe (Stuart et al. 2004). Neben Lebensraumzerstörung, Umweltverschmutzung und klimatischen Veränderungen geht eine große Bedrohung für Amphibien von der Infektionskrankheit Chytridiomykose aus. Chytridiomykose wird bei uns durch die krankheitserregenden Chytridpilze *Batrachochytrium dendrobatidis* (kurz: Bd) und durch den erst in 2013 entdeckten *Batrachochytrium*

???

Vektoren?

Reservoirs?

Verbreitung?

Übertragung?

Parallelen zur *Bd*-Pandemie?

Schutzmaßnahmen?

...

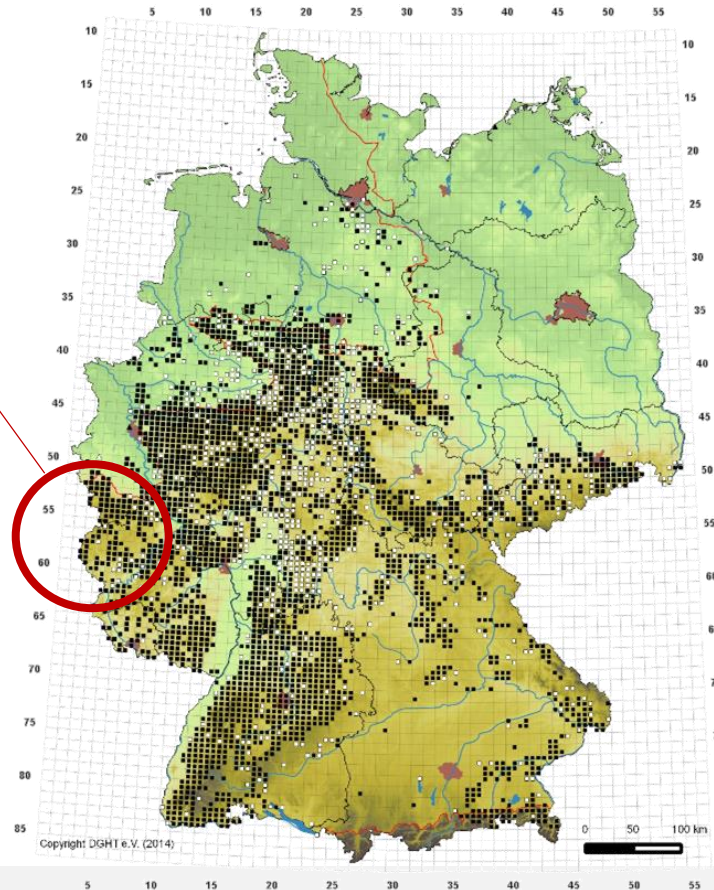


Bsal in Deutschland

- *Bsal* ist vermutlich ein sich ausbreitendes Pathogen von dem eine hohe Gefährdung für die einheimische Amphibien-Fauna ausgeht



Bsal



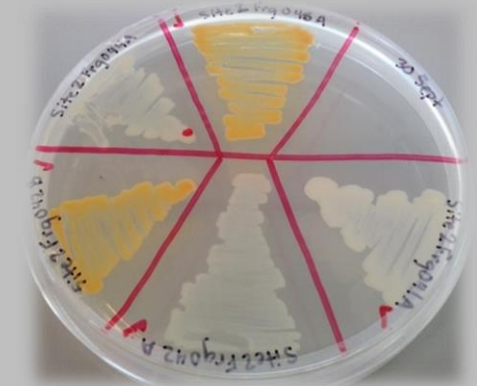
Verbreitung
Feuersalamander

Bsal in Deutschland

- *Bsal* ist vermutlich ein sich ausbreitendes Pathogen von dem eine hohe Gefährdung für die einheimische Amphibien-Fauna ausgeht

Erhebungen speziell in der Eifel seit 2014:

- 1 Präsenz / Absenz von Feuersalamandern (*Monitoring*) bzw. von *Bsal* durch Hautabstriche (*Swabbing*) und qPCR sowie fakultativ bei Totfunden histologisch
- 2 quantitative Erhebungen zu den Larven (*Removal Sampling*)
- 3 Untersuchung zu natürlichen Bakterien der Haut auf *Bsal*-dezimierende Wirkung (*Probiotics*)



Monitoring & Swabbing *Bsal* in Deutschland

- seit 2015 nachgewiesen an nunmehr 4 Standorten Raum Aachen / Düren, vor allem bei Feuersalamander
- plus 1 Standort von 2004
 - ... von Nord- und Südeifel ca. 30 Standorten
 - ... und ca. 20 weiteren Standorten in ganz D
- typisches Muster: wenig prävalente Salamander, kein Massensterben, später dann regelrechtes „Fehlen“ der Art
- an einem *Bsal*-positiven Standort Massensterben beobachtet (Dezember 2015)
- in Nord- und angrenzender Südeifel unerklärte Rückgänge beim Feuersalamander

Removal Sampling *Bsal* in Deutschland

- Daten 2015 und 2016 (Nord- und Südeifel: ca. 30 Standorte)
- Daten 2016 werden gerade ausgewertet
- vorläufig:
 - Stabilität Südeifel
 - Nordeifel: teils **starke Rückgänge** (< 10 Individuen) oder komplettes Fehlen von Larven an *Bsal*-positiven Standorten / deren Umgebung



Amphibia-Reptilia 36 (2015): 87-92

Use of removal sampling to estimate abundance of larval salamanders (*Salamandra salamandra*) in streams

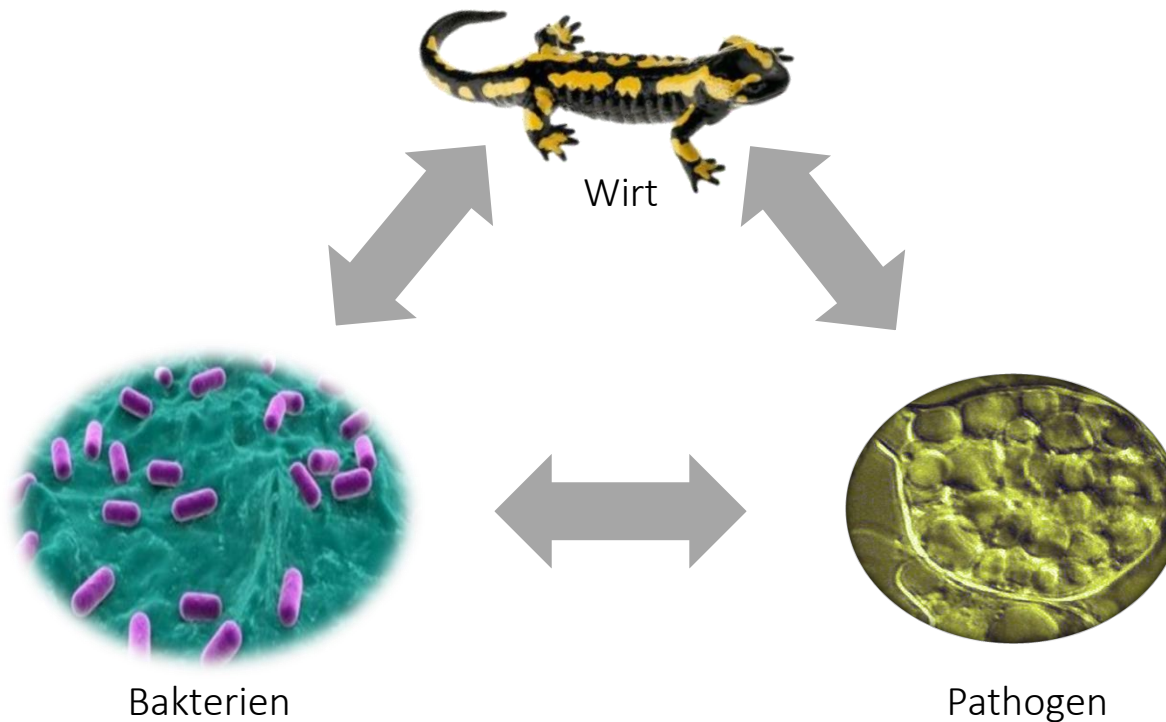
Benedikt R. Schmidt^{1,2,*}, Gabriela Gschwend², Jörg A. Bachmann², Philip Dermond²

Abstract. In an era of ongoing biodiversity loss, there is a need for reliable methods that can be used to estimate population size and trends. Removal sampling can be used to estimate the abundance of a single population or of multiple spatially distinct populations of animals. Because multiple removal passes are made during a single visit to a population, it may be very efficient in terms of logistics. Here, we use removal sampling and hierarchical models to estimate the abundance of salamander (*Salamandra salamandra*) larvae in 15 first- and second-order streams. Detection was positively affected by sampling day, suggesting that observers improved their ability to detect salamander larvae. Abundance was positively affected by the number of pools in the streams. Overall, the removal sampling method performed well despite small sample size. Removal sampling may be a useful method for monitoring amphibians.

Keywords: abundance, amphibian, chytridiomycosis, detection probability, disease, hierarchical model, monitoring, removal sampling.

Probiotics *Bsal* in Deutschland

- über 400 Kulturen
- vorläufige Ergebnisse zeigen, dass in der Eifel in einer *Bsal*-positiven Population Bakterien existieren, die im Labor die *Bsal*-Vermehrung hemmen



Diese Präsentation wurde ausschließlich zu nicht-kommerziellen
Informations- und Lehrzwecken gehalten und ist
nicht frei von Rechten Dritter.