

## Chytridiomykose in der Gattung *Salamandra*

**Beprobungsvideo:** (<https://www.youtube.com/watch?v=9TgpkkR2IA8&feature=youtu.be>)



Im Zusammenhang mit dem weltweiten Amphibiensterben ist seit 1998 der Amphibienpilz *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd oder Chytridpilz) als eine Ursache bekannt. Im Vergleich zu anderen Regionen waren die Auswirkungen bei uns aber noch verhältnismäßig überschaubar.

### **Entdeckung von *Batrachochytrium salamandrivorans* - ein weiterer Chytridpilz**

In den Niederlanden gab es eine kleine aber stabile Feuersalamander Population. Von 2010 bis 2013 ist diese um 96 % zurückgegangen.

Die Ursache dieser tödlichen Seuche wurde 2013 durch folgende Veröffentlichung beschrieben:

### **Batrachochytrium salamandrivorans sp. nov. Causes lethal chytridiomycosis in amphibians:**

([http://www.amphibia.be/downloads/PNAS\\_2013.pdf](http://www.amphibia.be/downloads/PNAS_2013.pdf))

Ein hoch infektiöser, parasitischer, vorher unbekannter Pilz (*Batrachochytrium salamandrivorans*, (Bsal)) befällt die Salamander und tötet sie innerhalb weniger Tage. Untersuchungen weisen darauf hin, dass der Ursprung vermutlich in Ostasien zu suchen ist. <http://www.sciencemag.org/content/346/6209/630.abstract>

Schon die ersten Laborversuche zeigten, dass Frosch- und Schleichenlurche nicht angesteckt wurden, vorher gesunde Feuersalamander aber sehr schnell und ohne Behandlung sicher tödlich! Gleiches ergaben die Untersuchungen für weitere Schwanzlurch Arten wie Brillensalamander (*Salamandrina perspicillata*), Rippenmolche (*Pleurodeles waltl*), Gebirgsmolche (*Euproctus platycephalus*), Italienische Wassermolche (*Lissotriton italicus*), Bergmolche (*Ichthyosaura alpestris*), Kammolche (*Triturus cristatus*), Urmia Molche (*Neurergus crocatus*), Ligurischer Höhlensalamander (*Speleomantes strinatii*), Grünlicher Wassermolch (*Nothophthalmus viridescens*), Rauhäutiger Gelbbauchmolch (*Taricha granulosa*), Wenxian Krokodilmolch (*Tylototriton wenxianensis*). Todesfälle mit einigen Überlebenden gab es beim Vietnamesischen Warzenmolch (*Paramesotriton deloustali*), Japanischen Feuerbauchmolch (*Cynops pyrrhogaster*) und Kweichow Feuerbauchmolch (*Hypselotriton cyanurus*).

Bsal hat eine niedrigere Vorzugstemperatur als Bd - auch deshalb könnte er für Salamander problematischer sein. Salamandrivorans bedeutet frei übersetzt etwa Salamanderfresser was die Wirkung sehr gut beschreibt.

Als Quelle für diesen Pilz werden Schwanzlurche aus Ostasien vermutet, bei denen Bsal bei einigen Arten scheinbar weniger Probleme bereiten da sie seit langem an diesen Erreger angepasst sind. Aber auch bei europäischen und amerikanischen Arten wurden Resistenzen nachgewiesen. Hunderte Tiere aus dem Handel und der Terrarienhaltung wurden für die Studie untersucht. *Batrachochytrium salamandrivorans* wurde in der ersten Untersuchungsserie bei drei vietnamesischen Krokodilmolchen (*Tylototriton vietnamensis*) gefunden, die aber schon einige Zeit gehalten wurden.

Bei 443 untersuchten Museumsexemplaren asiatischer Salamandriden gab es etwa 5% positive Befunde die sich auf die Länder Vietnam, Thailand und Japan erstrecken – z.B. für einen vor gut 150 Jahren konservierten Schwertschwanzmolch (*Cynops ensicauda*).

### **Bsal im Ökosystem**

Eine weitere Arbeit des Belgischen Bsal Forscherteams

<http://www.nature.com/nature/journal/v544/n7650/full/nature22059.html>

beschreibt, dass das Ergebnis der Erkrankung bei Feuersalamandern dosis- und (über einen weiten Bereich) temperaturunabhängig ist. Die optimale Temperatur des Pilzes beträgt zwar 15 ° C, aber bei z.B. 4 °C oder geringer Dosis dauert es einfach nur länger bis die Infektion ausbricht.

Zudem weisen infizierte Feuersalamander keinerlei schützende Immunentwicklungen auf.

Bei Bergmolchen sind die Verhältnisse hingegen andere. Mit geringen Dosen belastete Molche können mit dem Erreger über mehrere Monate überleben - mit der Möglichkeit einer klinischen Heilung. Da *Ichthyosaura alpestris* mit den Salamandern im gleichen Habitat vorkommen, bilden sie somit ein ständiges Reservoir für Neuinfektionen.

Die beiden *Lissotriton* Arten - *vulgaris* und insbesondere *helveticus* - scheinen weniger anfällig. Bei Kammolchen (*Triturus cristatus*) hingegen wurden wiederholt Zusammenbrüche ganzer Populationen durch Bsal festgestellt.

Obige Veröffentlichung beschreibt auch, das Bsal über eine duale Ausbreitungsstrategie verfügt. Neben den beweglichen Sporen wird eine zweite Art von umweltresistenten nicht beweglichen Sporen gebildet die im Teichwasser mindestens 31 Tage für Feuersalamander infektiös bleiben. Diese resistenten Sporen schwimmen an der Wasseroberfläche und können somit leicht durch Wasservögel über große Distanzen transportiert werden.

Auch Geburtshelferkröten, die selbst keine klinischen Befunde zeigen, werden als mögliche Überträger genannt. Bei unseren Beprobungen wurde sogar ein symptomfreier Grasfrosch positiv getestet. Eine Übertragung durch von einem infizierten Salamander kontaminiertem Waldboden wurde nach 48 Stunden noch nachgewiesen - die Pilz-DNA war sogar nach 200 Tagen noch nachweisbar.

Dieses umfangreiche Potential möglicher Umweltreservoirs behindert jegliche Bemühungen Bsal aus dem Ökosystem zu beseitigen und macht eine schnelle, weitere Verbreitung der Krankheit ohne die Möglichkeit sie zu stoppen wahrscheinlicher.

... **allerdings** - trägt die relativ geringe Mobilität der Urodelen und die kurze Überlebenszeit infizierter Feuersalamander - nach einer im Februar 2018 veröffentlichten Studie - unter bestimmten Umständen dazu bei, dass auch nahe beieinanderliegende Populationen nicht zwangsläufig infiziert werden:

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-22225-9.pdf>

(Post-epizootic salamander persistence in a disease-free refugium suggests poor dispersal ability of *Batrachochytrium salamandrivorans*, Spitzen, A. et.al.)

Diese Arbeit zeigt auch, dass physikalische Barrieren die Übertragung der Infektion verhindern können da eine autonome Ausbreitung selbst über kurze Distanzen nicht festgestellt wurde.

### **Krankheitsanzeichen**

Äußere Anzeichen sind meist schwarze meist kreisrunde Flecken auf der Haut, aber auch schwarze Beläge an Maul, Körperunterseite und Fußsohlen, andere Hautläsionen, sowie massive

Häutungsschwierigkeiten, Apathie und Fressverweigerung. Die Tiere sterben an Bsal dann sehr schnell. Wie Bd ist Bsal hoch infektiös.

Inzwischen ist bekannt, dass Bsal aber auch Todesfälle ohne äußere Anzeichen verursachen kann.



Infizierter Salamander aus dem Mülheimer Wald

### **Nachweise in weiteren Regionen in Europa**

Seit Januar 2014 wurde Bsal auch in mehreren Habitaten in **Belgien** nachgewiesen:

Deadly skin-eating fungus threatens Belgian Fire Salamander populations:

<http://spatialepidemiology.blogspot.com/2014/01/deadly-skin-eating-fungus-threatens.html>

In der nahegelegenen **Eifel** wurden ebenfalls umfangreiche Untersuchungen an Feuersalamandern und Molchen durchgeführt.

Aus der **Nordeifel** (NRW) gibt es seit 2015 positive Nachweise (<https://www.n-tv.de/wissen/Deutscher-Feuersalamander-ist-in-Gefahr-article16612276.html>) – inzwischen aber bereits von zahlreichen weiteren Bereichen, d.h. nahezu dem gesamten Untersuchungsgebiet. Zusätzlich konnten an weiteren ursprünglich besiedelten Standorten aktuell keine Salamander mehr nachgewiesen werden.

Auch bei deutlich älteren, konservierten Totfunden aus 2004/5 (Vichtbach) konnte nachträglich Bsal festgestellt werden. Somit stammen die bisher ältesten europäischen Bsal-Nachweise aus der Eifel.

Erstaunlicherweise wurden am Vichtbach bei einer Beprobungsserie in 2017 wieder gesunde Salamander nachgewiesen. Ein Ergebnis das ein klein wenig Hoffnung gibt.

Aus der **Südeifel** (RP) liegen ebenfalls positiven Nachweise vor. Die meisten Nachweise erfolgten dort bei Molchen.

Dalbeck, L. et.al. (März 2018): Die Salamanderpest und ihr Erreger *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal): aktueller Stand in Deutschland, – Zeitschrift für Feldherpetologie 25:

<http://shop.laurenti.de/media/pdf-Dateien/ZfF%202018-01-01%20-%20Dalbeck%20et%20al%20-%20abstract.pdf>

Seit August 2017 gibt es auch Nachweise aus dem **Ruhrgebiet**, Essen:

[http://www.t-online.de/nachrichten/panorama/tiere/id\\_82112706/tid\\_amp/feuersalamander-in-gefahr.html](http://www.t-online.de/nachrichten/panorama/tiere/id_82112706/tid_amp/feuersalamander-in-gefahr.html)

In mehreren weiteren Essener Biotopen wurde ebenfalls Bsal nachgewiesen. Zusätzlich waren in den letzten Jahren im Umfeld Massensterben zu beobachten.

Ende 2018 wurde leider auch im Bochumer Süden und Norden, im Mülheimer-Wald und Heiligenhaus Bsal in der Natur festgestellt - und Bsal hat inzwischen bereits Dortmund, Wuppertal und Bergisch Gladbach erreicht.

Aus **Bayern** bei Erbach wurden 2020 erste Salamander positiv getestet. Ein zweiter Bsal Nachweis in Bayern (an Bergmolchen) wurde im noch weiter südlich gelegenen Memmingen etwa 2 Monate später veröffentlicht.

In Nordosten Spaniens, bei **Barcelona**, wurde Bsal durch eine illegale Aussetzung von Molchen eingeschleppt. Möglicherweise konnte diese Quelle rechtzeitig beseitigt werden.

Es ist zu befürchten, dass Bsal noch deutlich weiter verbreitet ist, sich zudem rasant weiter ausbreitet und wir noch zahlreiche Nachweise zu erwarten haben.

#### **Verbreitungskarte zum aktuellen Stand in NRW (Juni 2020):**

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1HPOqQAlhXvwVMQ3QahPXpdPVmjlFhMkj&oid=0&ll=51.045903991993825%2C6.707520499999994&z=9>

#### **Bsal im Handel und in Terrarien**

2015 wurde Bsal auch bei zwei Terrarientieren in Großbritannien nachgewiesen:

<https://chytridcrisis.wordpress.com/2015/04/29/batrachochytrium-salamandrivorans-found-in-the-uk/>

Hierbei handelt es sich um einen Goldstreifensalamander (*Chioglossa*) und einen Höhlensalamander (*Speleomantes*) die von einem kommerziellen Züchter stammen sollen.

Auch wenn mir die kommerzielle Nachzucht dieser beiden Salamanderarten zweifelhaft erscheint, ist das nicht die wesentliche Fragestellung. Viel entscheidender bleibt - bei welcher Art sich diese beiden Tiere angesteckt haben. Sie selbst scheinen als Spanisch/Portugiesische bzw. Französisch/Italienische Arten als Primärquelle als unwahrscheinlich.

2015 gab es auch einen massiven Befall in einem großen, langjährig gehaltenen Bestand unterschiedlicher *Salamandra* Unterarten in Deutschland. Da keine neuen Tiere in diesen Bestand eingeführt wurden und sich die Symptome bis zum massiven Ausbruch und der Diagnose langsam entwickelten, wirft das viele neue Fragen auf!

Nicht alle positiv auf Bsal getesteten Tier zeigten die erwarteten Symptome.

Die Erkrankung konnte durch die Erhöhung der Temperatur für 10 Tage auf 25 °C erfolgreich behandelt werden.

### **Nachweise in der Natur in Asien**

In einem im März 2017 veröffentlichten Artikel wird über positive Befunde in der Natur aus Nord Vietnam berichtet.

[https://www.researchgate.net/publication/315000771\\_Batrachochytrium\\_salamandrivorans\\_is\\_the\\_predominant\\_chytrid\\_fungus\\_in\\_Vietnamese\\_salamanders](https://www.researchgate.net/publication/315000771_Batrachochytrium_salamandrivorans_is_the_predominant_chytrid_fungus_in_Vietnamese_salamanders)

Bei Vietnamesischen Warzenunken (*Bombina microdeladigitora*) die für den Handel in Europa bestimmt waren wurde 2017 ebenfalls Bsal nachgewiesen:

Trade in wild anurans vectors the urodelan pathogen *Batrachochytrium salamandrivorans* into Europe:

[https://brill.com/view/journals/amre/38/4/article-p554\\_14.xml](https://brill.com/view/journals/amre/38/4/article-p554_14.xml)

Eine Veröffentlichung aus 2018 beschreibt eine große Untersuchungsserie in der Natur in Süd China. Hierbei zeigte sich, dass Bsal dort weit verbreitet ist. Im Mittel waren ca.3 % der untersuchten Urodelen Bsal positiv (*Cynops orientalis*, *cyanurus*, *orphicus*; *Paramesotriton hongkongensis*, *aurantius*; *Pachytriton wuguanfui*; *Tylototriton asperrimus*, *verrucosus*; *Andrias davidianus*):

Widespread occurrence of an emerging fungal pathogen in heavily traded Chinese urodelan species:

<https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/conl.12436>

Weitere Arbeiten zur Untersuchung der Problematik sind dringend erforderlich.

### **Ausbreitung verhindern!**

Derzeit gibt es wenige Ansätze die Ausbreitung der Seuche über bereits befallene Gebiete hinaus zu minimieren.

Ein Betretungsverbot lässt sich politisch kaum umsetzen und m.E. ist die Datenlage dafür auch noch zu gering und zu viele potentiell betroffene Habitate sind nicht bekannt.

Aber Warntafeln mit Aufschriften wie:

**„Bsal-Seuchengebiet – Bitte Wege nicht verlassen – Hunde an der Leine halten - Totfunde melden an ....“** wären ein erster Schritt.

Auch die Verbreitung durch Forstwirtschaft, Jäger, Feldbiologen, Reiter, Biker, Wanderer ... muss unterbunden werden.

Des Weiteren sollten wir konkret an Ex-Situ Erhaltungszuchten für *Salamandra* Arten arbeiten. Hierzu könnten frisch abgesetzte Larven aus betroffenen Gebieten entnommen werden. Neben Zoos, Universitäten und anderen öffentlichen Einrichtung sollten in dieses Programm auch fachkundige Privathalter einbezogen werden (Citizen Conservation). Die Aufzucht, Hälterung und Vermehrung ist auf mindestens 10 Jahre zu vereinbaren.

### **EU Durchführungsverordnung**

Der Import von Urodelen und der Handel zwischen den Mitgliedsstaaten wird nun geregelt im

[\*\*Durchführungsbeschluss \(EU\) 2018/320 der Kommission vom 28. Februar 2018.\*\*](#)

Diese Verordnung ist zu begrüßen, da nun erstmals sinnvolle Vorgehensweisen beim Import festgelegt werden die eine Einschleppung von Bsal in die Natur und unsere Terrarienanlagen verhindern helfen. Sie bezieht sich nur auf den Handel - nicht auf Privatpersonen.

Für den Handel benötigen die Schwanzlurche nun ein:

- **Gesundheitszeugnis,**
- **keine sichtbaren Symptome,**
- **6-wöchige Quarantäne,**
- **prophylaktische Behandlung gegen Bsal oder eine Bsal Untersuchung mittels PCR Untersuchung.**

Die Verordnung wurde bis Ende 2020 verlängert.

Die Mitgliedsstaaten unterliegen einer jährlichen Berichtspflicht.

### **Verpflichtung für Molch und Salamanderhalter**

JEDER der bei seinen Terrarien-Salamandern derartige Probleme feststellt sollte diese untersuchen lassen und bei positivem Befund die Informationen sofort weitergeben.

Darüber hinaus müssen wir bei der Weitergabe von Nachzuchten die Problematik beachten und uns dabei an dem EU Durchführungsbeschluss orientieren.

Alle Neuzugänge müssen auf Bsal getestet oder prophylaktisch gegen Bsal behandelt werden sowie auch die vorhandenen Bestände! (siehe auch <http://www.salamanderseiten.de/Import.htm>)

Bei positivem Befund ist eine sofortige Behandlung unerlässlich; entsorgtes Wasser oder Einrichtungsgegenstände sind zu dekontaminieren (z.B. Virkon S oder Alkohol).

Ein Programm zur Untersuchung bereits langfristig gehaltenen Zuchtgruppen und Nachzuchten verschiedener Molch- und Salamanderarten wurde bereits durchgeführt:

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-30240-z>

Eine Neuauflage wäre zu begrüßen!

Dabei ergaben sich bei 918 untersuchten Amphibien 2,5% bestätig positive und 2% nicht bestätigte Bsal Nachweise. Keiner dieser Urodelen wies Mortalitäten oder Krankheitsanzeichen auf. Die nachgewiesenen Bsal Lasten waren äußerst gering. In Zusammenhang mit den bisher ausschließlich negativen Befunde in den USA und Prag werfen die Ergebnisse einige Fragen auf.

I.d.R. zeigten die DNA-Sequenzen 100 % Übereinstimmung mit Bsal.

Möglich ist, dass ein weniger virulenter Bsal Stamm oder ein anderer, unbekannter Chytridpilz eine Erklärung bietet.

Betroffene Gattungen waren *Ambystoma*, *Cynops*, *Laotriton*, *Paramesotriton*, *Pleurodeles*, *Salamandra* (*Laotriton*, *Paramesotriton* und *Pleurodeles* nur unbestätigt).

**Halterempfehlung** des DGHT Arbeitskreis Bsal:

[http://www.salamanderseiten.de/Salamandraseiten/Bsal\\_Halterempfehlung.htm](http://www.salamanderseiten.de/Salamandraseiten/Bsal_Halterempfehlung.htm)

Bei langfristig verantwortungsvollem Verhalten können wir unsere Terrarien Bestände Bsal frei erhalten bzw. bekommen. Wo immer möglich sollte auf untersuchte bzw. behandelte Nachzuchtbestände zurückgegriffen werden:

<http://www.salamanderseiten.de/erwerb.htm>

Handlungsempfehlung des DGHT Arbeitskreis Bsal zum Umgang mit dem Salamanderpilz *Batrachochytrium salamandrivorans*.

Die Untersuchung erfolgt mit PCR (polymerase chain reaction).

### **Untersuchungsprogramme in Salamanderhabitaten**

Seit 2017 betreiben die UNI Trier sowie die UNI Braunschweig intensive Forschungen zur Bsal Problematik.

Im Rahmen der [Salamanderwanderung](#) nehmen wir aktiv an Beprobungen teil.

### **Verhalten in der Natur**

Wir müssen dringend darauf achten, den Pilz nicht selbst weiter zu verbreiten!

Gereinigtes und gut durch getrocknetes Schuhwerk (mindestens 4 Stunden) ist Grundvoraussetzung für das Betreten von Amphibienhabitaten.

Werden an einem Tag mehrere Lebensräume besucht, ist eine Desinfektion mit z.B. Virkon S oder Alkohol (70%) erforderlich.

Hygieneregeln des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz:

[https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/natur/dokumente/anhang\\_1\\_hygieneprotokoll\\_amphibien.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/natur/dokumente/anhang_1_hygieneprotokoll_amphibien.pdf)

und Begründung : [https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/natur/dokumente/20160301\\_ag\\_amphibienkrankheiten\\_neu.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/natur/dokumente/20160301_ag_amphibienkrankheiten_neu.pdf)

Es gibt noch Unmengen offene Fragen - deshalb sind weitere Forschungen dringend erforderlich.



infizierter Feuersalamander aus Mülheim a.d.R. NRW

### **Literatur:**

Bachhausen, Paul (2017): Der Salamanderpilz - die neue Gefahr für Schwanzlurche – NABU Landesverband Sachsen e.V., [Jahresschrift für Feldherpetologie und Ichthyofaunistik in Sachsen](#), Heft 17, 2016: 52 - 58

Bachhausen, Paul (2016): Batrachochytrium salamandrivorans Die neue Gefahr für Schwanzlurche - [elaphe/TERRARIA Nr. 59](#): 28 - 37

BLETZ, M. C., REBOLLAR, E. A., HARRIS, R. N. (2015): Differential efficiency among DNA extraction methods influences detection of the amphibian pathogen Batrachochytrium dendrobatidis, Inter-Research (www.int-res.com), Vol. 113, 1–8

CUNNINGHAM, A.A., BECKMANN, K., PERKINS, M., FITZPATRICK, L., CROMIE, R., REDBOND, J., O'BRIEN, M.F., GHOSH, P., SHELTON, J., FISHER, M.C. (2015): Emerging disease in UK amphibians, Veterinary Record 176, 468

MARTELA, AN et. al (2014): Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders, SCIENCE 346, 630-631

MARTELA, AN, ANNEMARIEKE SPITZEN-VAN DER SLUIJS, MARK BLOOI, WIM BERT, RICHARD DUCATELLE, MATTHEW C. FISHER, ANTONIUS WOELTJES, WILBERT BOSMAN, KOEN CHIERS, FRANKY BOSSUYT & FRANK PASMANS (2013): Batrachochytrium salamandrivorans sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians, PNAS Early Edition

SABINO-PINTO, J., BLETZ, M., HENDRIX, R., PERL, R.G.B., MARTEL, A., PASMANS, F., LÖTTERS, S., MUTSCHMANN, F., SCHMELLER, D.S., SCHMIDT, B.R., VEITH, M., WAGNER, N., VENCES, M.,



STEINFARTZ, S. (2015): First detection of the emerging fungal pathogen *Batrachochytrium salamandrivorans* in Germany, *Amphibia-Reptilia*

SCHMIDT, B. (2014): Deadly skin-eating fungus threatens Belgian Fire Salamander populations, *BD-Maps*

Spitzen, A. et.al. (2018): Post-epizootic salamander persistence in a disease-free refugium suggests poor dispersal ability of *Batrachochytrium salamandrivorans*, *Scientific Reports*

[Paul Bachhausen](#)