

# De toekomst van de vuursalamander in Limburg

Maarten Gilbert, Annemarieke Spitzen, Tariq Stark, Jöran Janse, Edo Goverse & Naomi Lambrikk

De vuursalamander komt binnen Nederland alleen in Zuid-Limburg voor. Sinds 2008 is de Nederlandse populatie in schrikbarend tempo afgenomen tot minder dan 1% van de oorspronkelijke grootte. In 2013 bleek dat deze afname veroorzaakt werd door een tot op dat moment onbekende schimmelsoort, de chytride *Batrachochytrium salamandrivorans*. Deze schimmel vreet letterlijk de huid van de vuursalamander weg, met uiteindelijk de dood tot gevolg. Hoe gaat het vijf jaar na de ontdekking van deze salamanderschimmel met de vuursalamander en hoe ziet de toekomst van deze karakteristieke Limburgse salamandersoort eruit?



Vuursalamanders in het Bunderbos. (Foto: Jelger Herder)

## De vuursalamander in Nederland

De vuursalamander (*Salamandra atra*) is de enige inheemse landsalamander. Deze forse salamander met een opvallend zwart met geel kleurpatroon is tevens onze grootste salamandersoort. Het dier wordt in Nederland tot maximaal 20 cm groot. In ons land komt de vuursalamander van oorsprong alleen met zekerheid in Zuid-Limburg voor, wat tevens de noordwestelijke grens van zijn Europese areaal is. De soort kent meerdere ondersoorten, met vooral op het Iberisch Schiereiland een hoge diversiteit. In Nederland komt de ondersoort *Salamandra atra terrestris* voor. De habitat van deze ondersoort bestaat uit loofbos dat veelal wordt gedomineerd door beuk (*Fagus sylvatica*). Dit bos is vaak gelegen op heuvelachtig terrein waarin ook bronbeekjes aanwezig zijn (figuur 1). In Zuid-Limburg worden vuursalamanders in een tweetal geïsoleerde natuurlijke populaties aangetroffen: in het Bunderbos en het zuidelijk Geuldal (Vijlenerbos). Daarnaast is de soort ook geïntroduceerd op de Putberg (Gubbels, 2009a; 2009b).

## *Batrachochytrium salamandrivorans* en het verval van de vuursalamander

Vanaf 2008 werden de eerste dode vuursalamanders aangetroffen (Spitzen-Van der Sluijs *et al.*, 2013). Dit leek op populatieniveau nog geen grote invloed te hebben. Dankzij langdurige monitoring van deze soort (vanaf 1997) werd echter duidelijk dat de populatie in het Bunderbos vanaf 2010 sterk afnam. Ook in het Vijlenerbos en op de Putberg ging de soort achteruit. In 2014 bleek de Nederlandse populatie met maar liefst 99% ten opzichte van 1997 afgenomen te zijn (figuur 2). In 2013 werd de oorzaak van de achteruitgang gevonden: een tot dan toe onbekende schimmelsoort die letterlijk de huid van de geïnfecteerde salamander wegvreet (figuur 3) en daarom *Batrachochytrium salamandrivorans* werd genoemd (Martel *et al.*, 2013). De aanduiding “salamandrivorans” betekent letterlijk “salamander-eter”. In het vervolg van dit artikel wordt deze schimmel aangeduid als *Bsal*. De schimmel is nauw verwant aan *Batrachochytrium dendrobatidis* (voortaan *Bd* genoemd), een schimmelsoort die via de amfibieënhandel over de wereld is verspreid



en waardoor reeds vele soorten amfibieën sterk zijn afgenomen of zelfs zijn uitgestorven. Waar *Bd* vooral kikkers en padden treft en in mindere mate salamanders, infecteert *Bsal* vooral salamanders. Op basis van experimenten is vastgesteld dat *Bsal* letaal kan zijn voor het overgrote deel van de salamandersoorten dat in Europa voorkomt (Martel *et al.*, 2014). De zorg bestaat dat *Bsal* een grote negatieve impact zal hebben op de salamandersoorten in Nederland en de rest van Europa (Beukema *et al.*, 2018). *Bsal* lijkt zijn oorsprong te hebben in Oost-Azië, waar de schimmel is aangetoond bij meerdere soorten zonder dat deze er ziek van worden (Martel *et al.*, 2014; Yuan *et al.*, 2018). Veel verhandelde Aziatische salamandersoorten, maar ook anura (kikkers en padden), dragen de schimmel bij zich. *Bsal* is hoogstwaarschijnlijk via de amfibieënhandel in Europa terecht gekomen (Martel *et al.*, 2014; Nguyen *et al.*, 2017). Inmiddels is *Bsal* ook aangetroffen in België en Duitsland, ook aan de oostzijde van de Rijn (Spitzen-Van der Sluijs *et al.*, 2016; Dalbeck *et al.*, 2018; Beukema *et al.*, 2018). In tegenstelling tot *Bd* vormt *Bsal* ingekapselde sporen waardoor de soort ook buiten een gastheer lang kan overleven (Stegen *et al.*, 2017). Er is tevens aangetoond dat de Alpenwatersalamander (*Ichthyosaura alpestris*) *Bsal* in lage hoeveelheden langdurig bij zich kan dragen zonder dat dit voor de drager letaal is. Dit, in combinatie met mogelijke andere onbekende reservoirs, kan ervoor zorgen dat *Bsal* persistent in het ecosysteem aanwezig kan blijven. Hierdoor zal het moeilijk, zo niet onmogelijk, zijn om de schimmel effectief te bestrijden in de natuur (Canessa *et al.*, 2018).

#### Huidige situatie

Verspreid over het Bunderbos zijn in de periode 2013-2017 acht routes gemonitord op het voorkomen van vuursalamander en andere amfibieën. Één route wordt al sinds 1997 voor de vuursalamander gelopen (Bosman *et al.*, 2018). De vuursalamander is nog steeds aanwezig in het Bunderbos, maar wel in zeer lage dichtheden. Op basis van de monitoring was er in 2017 voor het eerst sinds 2013 weer een lichte toename van het absolute aantal (vooral subadulte) vuursalamanders. Het aantal vuursalamanderlarven was in 2017 vergelijkbaar met dat in 2016, maar lager dan in 2015. De toename van het aantal subadulte dieren in 2017 kan mogelijk verklaard worden door de goede voortplanting in 2015. Het relatief grote aandeel subadulten is ook kenmerkend voor vuursalamanderpopulaties waar *Bsal* aanwezig is (Stegen *et al.*, 2017). Deze demografische verschuiving ontstaat doordat volwassen vuursalamanders meer en intensiever



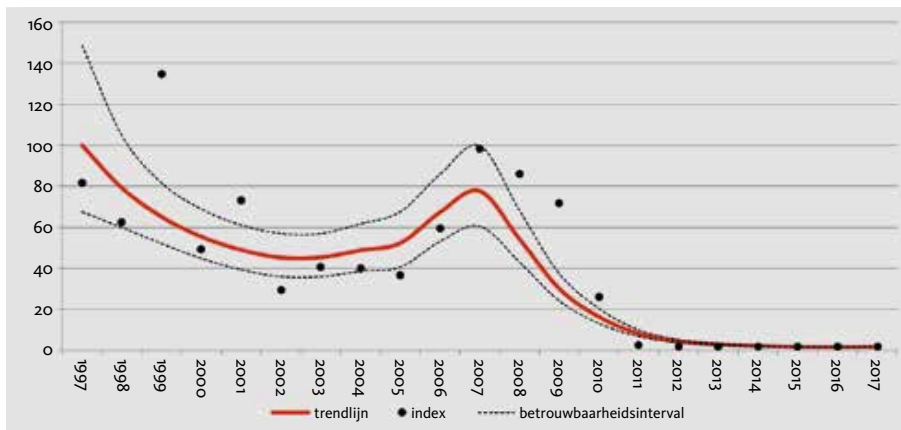
**Figuur 1. Habitat van de vuursalamander in het Bunderbos. (Foto: Maarten Gilbert)**

contact met elkaar hebben ten opzichte van subadulte dieren, waardoor de kans op *Bsal*-overdracht en sterfte groter is in deze groep. De afname van het aantal larven kan verklaard worden door zware regenval waardoor een deel van de larven mogelijk wordt weggespoeld en stromingsarme delen in de bronbeekjes dichtslibben waardoor deze niet meer als voortplantingswater kunnen functioneren. Recente aanpassingen bij één van de belangrijkste voortplantingswateren in het Bunderbos hebben daardoor niet het gewenste resultaat gehad (figuur 4). Inmiddels zijn deze voortplantingswateren weer hersteld. In het Vijlenerbos werden, ondanks regelmatige monitoring, sinds 2013 geen volwassen vuursalamander meer waargenomen. In 2016 is daarom besloten om de aandacht tijdens de monitoring te verleggen naar larven van de vuursalamander omdat er een grotere kans is deze te vinden. In 2017 is nog een klein aantal larven aangetroffen (Bosman *et al.*, 2018). Het voortplantingswater waar de larven zijn gevonden is echter suboptimaal, waardoor het voortplantingssucces hier laag lijkt te zijn.

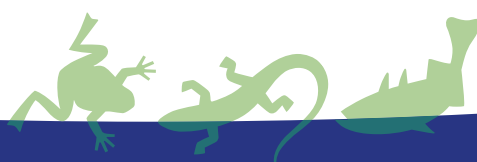
Desalniettemin is in oktober 2018 voor het eerst sinds 2013 weer een volwassen vuursalamander aangetroffen in het Vijlenerbos (waarneming Stephan Huijgens). Dit dier testte negatief op de aanwezigheid van *Bsal*.

De geïntroduceerde populatie vuursalamanders op de Putberg werd in 1994 ontdekt. Op deze locatie is daarna onregelmatig naar vuursalamanders gezocht. Het maximum aantal vuursalamanders dat werd waargenomen fluctueerde tussen de één en 15 dieren. De laatste vuursalamanders zijn hier in 2010 waargenomen (Spitzen-Van der Sluijs *et al.*, 2013).

Binnen alle Nederlandse vuursalamanderpopulaties is *Bsal* aangetroffen. De schimmel is aangetoond in het Bunderbos in de periode van 2010 tot en met 2015. In 2016 en 2017 is ondanks een grote



**Figuur 2. Langjarige trend voor de vuursalamander in Nederland. (Bron: Goverse & De Zeeuw, 2018)**





zoekinspanning geen *Bsal* gevonden waardoor de hoop ontstond dat de schimmel verdwenen was. Echter in januari 2018 werd opnieuw een vuursalamander met symptomen van een *Bsal*-infectie gezien en in april werd de aanwezigheid van *Bsal* bevestigd in een zieke vuursalamander. Daarnaast werd *Bsal* ook aangetroffen in Alpenwatersalamander en kleine watersalamander (*Lissotriton vulgaris*). In het Vijlenerbos is in 2015 een *Bsal*-positieve Alpenwatersalamander aangetoond. Op de Putberg waren de laatste in 2010 dood aangetroffen vuursalamanders positief voor *Bsal*. Toen in 2012 bleek dat de vuursalamander dreigde uit te sterven in Nederland zijn een aantal dieren uit het Bunderbos in gevangenschap ondergebracht om de soort voor Nederland veilig te stellen. Deze dieren zijn op dit moment verspreid over twee Nederlandse dierentuinen, GaiaZOO en DoeZoo, en kunnen mogelijk in een later stadium als bron dienen voor herintroductie of bijplaatsing.

### Toekomstperspectief voor de vuursalamander

De kans is groot dat *Bsal* in de Nederlandse natuur aanwezig blijft. Zelfs in intensief onderzochte gebieden kan *Bsal* gedurende langere tijd ongemerkt overleven. Net als in de natuurlijke situatie in Azië zal de schimmel dan een lage prevalentie hebben (Yuna *et al.*, 2018). Mogelijk spelen naast salamanders ook nog andere reservoirs een rol in de persistente aanwezigheid van *Bsal* in de Limburgse natuur. Zo is aangetoond dat ook sommige andere amfibiesoorten, zoals de vroedmeesterpad (*Alytes obstetricans*) en de Aziatische *Bombina microdeladigitora*, verwant aan de inheemse geelbuikvuurpad (*Bombina variegata*), de schimmel zonder symptomen bij zich kunnen dragen (Stegen *et al.*, 2017; Nguyen *et al.*, 2017). Door de aanwezigheid van dit soort reservoirs kan *Bsal* persistent in het ecosysteem tegenwoordig zijn. Terwijl *Bsal*-geïnfecteerde dieren in gevangenschap goed te behandelen zijn (Blooi *et al.*, 2015a; 2015b) is er geen reële effectieve manier om *Bsal* in het ecosysteem te bestrijden (Canessa *et al.*, 2018). Op individueel niveau treedt ook geen resistentie op tegen *Bsal*. Vuursalamanders bleken na een succesvolle behandeling nog net zo gevoelig voor een *Bsal*-infectie (Stegen *et al.*, 2017).

### Preventie

Nieuwe introducties en verdere verspreiding van *Bsal* moeten zoveel mogelijk worden tegengegaan. Zo is bekend dat geïsoleerde vuursalamanderpopulaties gevrijwaard kunnen blijven van *Bsal* (Spitzen-Van der Sluijs *et al.*, 2018). Isolatie van gebieden is een te overwegen beheersmaatregel om de effecten en natuurlijke verspreiding van *Bsal* te voorkomen. Tegelijkertijd is het nemen van preventieve hygiënemaatregelen cruciaal om de dispersie van *Bsal* tegen te gaan. Naast verspreiding via de gastheer zelf lijkt verspreiding via andere vectoren, inclusief de mens, voor de hand liggend. De huidige uitbraaklocaties liggen veelal op zeer grote afstand van elkaar, wat erop duidt dat de mens momenteel de grootste verspreider van *Bsal* is. Op die manier kan de schimmel in korte tijd grote afstanden en barrières overbruggen. Zo is *Bsal* recentelijk aan de oostelijke zijde van de Rijn in een populatie vuursalamanders bij Essen (Duitsland) aangetroffen (Dalbeck *et al.*, 2018).

### Menselijk handelen

Het is evident dat menselijk handelen een belangrijke rol speelt in de verspreiding van *Bsal*. Vandaar dat het belangrijk is om humane transmissie zoveel mogelijk te voorkomen. Vooral mensen die direct



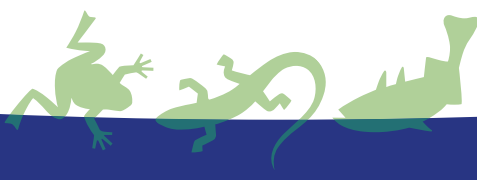
**Figuur 3.** Een door *Batrachochytrium salamandrivorans* aangetaste vuursalamander. (Foto: Frank Pasmans)

contact met (vuur)salamanders en andere amfibieën hebben, vormen een belangrijke risicogroep. Bij bezoek of werkzaamheden in gebieden waar amfibieën voorkomen is het raadzaam om goede hygiënemaatregelen te nemen om introductie en verspreiding van de schimmel zoveel mogelijk te voorkomen. RAVON heeft hygiëneprotocollen opgesteld voor veldwerkers en werkzaamheden met groot materieel (<http://www.sossalamander.nl/wat-kan-ik-doen/signalering/hygiene>). Aangezien amfibieën zelf een goede vector zijn van *Bsal* en andere amfibieziekten, is het belangrijk om amfibieën niet zomaar te verplaatsen naar andere locaties. Uiteraard zijn ongecontroleerde, al dan niet goedbedoelde bijplaatsingen of verplaatsingen van vuursalamanders uit den boze.

### Voortbestaan in kleine populaties

Op basis van de huidige kennis zal de vuursalamander in het meest gunstige scenario in lage dichtheden overleven. Bij toenemende aantallen zal immers de kans groter worden dat *Bsal* wordt overgedragen en de populatie decimeert (Stegen *et al.*, 2017; Canessa *et al.*, 2018). Als we de vuursalamander in aanwezigheid van *Bsal* op de lange termijn voor Nederland willen behouden, zal het noodzakelijk zijn dat alle overige factoren voor overleving van de soort optimaal zijn. Dit betekent met name dat de habitat in goede staat is om een succesvolle voortplanting te waarborgen. Mogelijk kan er dan zelfs na verloop van tijd tegen de schimmel een bepaalde mate van immuniteit ontstaan.

Ook als aan al deze randvoorwaarden is voldaan loopt de vuursalamander nog steeds het risico te verdwijnen. Kleine populaties zijn immers extra kwetsbaar voor uitsterven door genetische verarming en stochastische gebeurtenissen. Het wegspoelen van larven door zware regenval heeft de laatste jaren wellicht nog wel de grootste impact gehad op de laatste Nederlandse kernpopulatie in het Bunderbos. Het wegspoelen van larven is veelal inherent aan de aard van het voortplantingswater van de vuursalamander, maar bij kleine en kwetsbare populaties kan deze factor extra veel invloed hebben op het voortbestaan van de populatie. Een duurzame oplossing moet dan ook gezocht worden in het bufferen van overvloedig regenwater van het plateau boven het hellingbos dat via de bronbeekjes naar beneden stroomt.





### Herintroductie

Mocht de vuursalamander uitsterven in Nederland dan zou herintroductie vanuit de populatie in gevangenschap mogelijk zijn. Dit is echter pas zinvol als de oorzaak van de achteruitgang is weggenomen en de habitat in goede staat is. Zo is aangetoond dat herintroductie of bijplaatsing pas effectief is als *Bsal* niet meer aanwezig is in het ecosysteem (Canessa *et al.*, 2018). Op dit moment is dat voor geen enkele (voormalige) vuursalamanderpopulatie in Limburg met zekerheid vastgesteld. Zolang soorten als kleine watersalamander en Alpenwatersalamander in het gebied aanwezig zijn en het natuurlijk reservoir van de schimmel niet is ontdekt zal het bijplaatsen van vuursalamanders enkel de schimmel voeden.

### Vervolgonderzoek

Het is cruciaal om de huidige kleine en fragiele vuursalamanderpopulatie actief te blijven monitoren op populatieontwikkeling en aanwezigheid van *Bsal*. Aangezien zieke en dode salamanders vaak onopgemerkt blijven is het daarnaast raadzaam om op andere strategische plaatsen in Limburg watersalamanders getalsmatig te blijven volgen. Ook passieve surveillance is belangrijk. Iedereen kan daar een bijdrage aan leveren door gevallen van ziekte of sterfte zonder direct aanwijsbare oorzaak bij salamanders en andere amfibieën bij RAVON te melden via het mailadres ziektes@ravon.nl. Er is nog veel onbekend over de effecten van *Bsal* in het ecosysteem, waardoor de toekomst van de vuursalamander en andere salamandersoorten lastig te voorspellen is. Hopelijk kan toekomstig onderzoek hier meer duidelijkheid in scheppen. Daarnaast is een goede samenwerking tussen alle betrokken partijen onontbeerlijk om met vereende krachten de vuursalamander voor Nederland te behouden.

### Dankwoord

Bij deze willen we het ministerie van LNV en de Provincie Limburg bedanken voor het mogelijk maken van het onderzoek naar de vuursalamander en *Batrachochytrium salamandrivorans* in Nederland. GaiaZOO en DoeZOO willen we bedanken voor de (tijdelijke) opvang van de vuursalamander. Ook alle betrokken vrijwilligers worden bedankt voor hun waardevolle bijdrage aan het onderzoek: Anke Vrancken, Nico Jansen, Dianne Sanders, Elfriede Schotmans, Stephan Huijgens, Carlijn Laurijssens, Jasper Demandt, Nicole Cordewener, Sergé Bogaerts & Jimmy Linders.

### Samenvatting

Sinds 2008 is de Nederlandse populatie vuursalamanders (*Salamandra salamandra*) in Zuid-Limburg in schrikbarend tempo met 99% afgenomen. De chytrideschimmel *Batrachochytrium salamandrivorans* (*Bsal*), afkomstig uit Oost-Azië, blijkt de oorzaak te zijn. Op dit moment is de vuursalamander nog aanwezig in zeer lage dichtheden. *Bsal* is echter ook nog aanwezig en zorgt nog steeds voor sterfte onder de vuursalamanders. Andere reservoirs en langdurige overleving van de ingekapselde sporen dragen mogelijk bij aan de persistente aanwezigheid van *Bsal* in het ecosysteem. Op dit moment zijn er geen reële effectieve mogelijkheden om *Bsal* in de natuur te bestrijden. Ook treedt er geen resistentie op tegen *Bsal* bij de vuursalamander. In het meest gunstige scenario kan de vuursalamander in lage dichtheden blijven voortbestaan in aanwezigheid van *Bsal*, mits de habitat en voortplanting zo optimaal mogelijk zijn. In dit artikel wordt ingegaan op de huidige situatie en toekomst van de vuursalamander in Nederland.



Figuur 4. Nieuw aangelegde voortplantingswateren voor de vuursalamander op 27-4 (boven) en 7-6 (onder), resp. vóór en na zware regenval in 2018. (Foto's: Tariq Stark & Anke Vrancken-van Geel)





## Summary

### The future of the fire salamander in Limburg

From 2008 onwards, fire salamander (*Salamandra salamandra*) populations in the Netherlands have experienced a dramatic 99% decline. This decline was caused by the chytrid fungus *Batrachochytrium salamandrivorans* (*Bsal*), which likely originated from East-Asia. At this moment, the fire salamander still persists in low numbers. However, *Bsal* is also still present and is still causing mortality among the few remaining fire salamanders. Other reservoirs, including Alpine newt (*Ichthyosaura alpestris*), and long-term survival of the encysted spores may facilitate the persistence of *Bsal* in the ecosystem. Although infected salamanders can be effectively treated for *Bsal* in captivity, no realistic effective measures exist to eradicate *Bsal* in nature. Furthermore, fire salamanders show no resistance against *Bsal*. In the most positive scenario, long-term survival of the fire salamander in the presence of *Bsal* is possible, albeit in low numbers, but only if the habitat and reproduction are optimal. In parallel, an ex-situ insurance colony has been established for potential future restocking or reintroduction. This article discusses the present and future situation of the fire salamander in the Netherlands.



Deze jonge vuursalamander werd op 17 juli 2019 aangetroffen in het Bunderbos. (Foto: Jöran Janse)

Dit artikel werd eerder gepubliceerd in het Natuurhistorisch Maandblad (jaargang 108, nr. 3 (maart 2019), pag 59-63), een uitgave van het Natuurhistorisch Genootschap Limburg ([www.nhgl.nl](http://www.nhgl.nl))

## Literatuur

- Beukema, W., A. Martel, T.T. Nguyen, K. Goka, D.S. Schmeller, Z. Yuan, A.E. Laking, T.Q. Nguyen, C. Lin & J. Shelton, 2018. Environmental context and differences between native and invasive observed niches of *Batrachochytrium salamandrivorans* affect invasion risk assessments in the Western Palearctic. *Diversity and Distributions* 24(12): 1788-1801
- Blooi, M., A. Martel, F. Haesebrouck, F. Vercammen, D. Bonte & F. Pasmans, 2015a. Treatment of urodelans based on temperature dependent infection dynamics of *Batrachochytrium salamandrivorans*. *Scientific reports* 5: 8037
- Blooi, M., F. Pasmans, L. Rouffaer, F. Haesebrouck, F. Vercammen & A. Martel, 2015b. Successful treatment of *Batrachochytrium salamandrivorans* infections in salamanders requires synergy between voriconazole, polymyxin E and temperature. *Scientific reports* 5: 11788
- Bosman, W., A. Spitzen-Van der Sluijs, M. Gilbert & R. Zollinger, 2018. Stand van zaken vuursalamander in Zuid-Limburg in 2017. Monitoring Bunderbos en Vijlenerbos en stand van zaken vuursalamanders in opvang bij GaiaZoo en DoeZOO. Stichting RAVON, Nijmegen
- Canessa, S., C. Bozzuto, E.H. Campbell Grant, S.S. Cruickshank, M.C. Fisher, J.C. Koella, S. Lötters, A. Martel, F. Pasmans & B.C. Scheele, 2018. Decision making for mitigating wildlife diseases: From theory to practice for an emerging fungal pathogen of amphibians. *Journal of Applied Ecology* 55(4): 1987-1996
- Dalbeck, L., H. Düssel-Siebert, A. Kerres, K. Kirst, A. Koch, S. Lötters, D. Ohlhoff, J. Sabino-Pinto, K. Preißler & U. Schulte, 2018. Die Salamanderpest und ihr Erreger *Batrachochytrium salamandrivorans* (*Bsal*): aktueller Stand in Deutschland. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 25(1): 1-22.
- Goverse, E. & M. De Zeeuw, 2018. Resultaten NEM meetprogramma amfibieën: aantalsmonitoring. *Schubben & Slijm* 36: 12-14.
- Gubbels, R.E.M.B., 2009a. Vuursalamander *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). In: H.J.M. van Buggenum, R.P.G. Geraeds & A.J.W. Lenders, *Herpetofauna van Limburg. Verspreiding en ecologie van amfibieën en reptielen in de periode 1980-2009*. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht: 49-59.
- Gubbels, R.E.M.B., 2009b. Vuursalamander *Salamandra salamandra*. In: R.C.M. Creemers & J.J.C.W. van Delft, *De amfibieën en reptielen van Nederland, Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis / European Invertebrate Survey - Nederland*, Leiden: 87-95.
- Martel, A., M. Blooi, C. Adriaensen, P. Van Rooij, W. Beukema, M.C. Fisher, R.A. Farrer, B.R. Schmidt, U. Tobler, K. Goka, K.R. Lips, C. Muletz, K.R. Zamudio, J. Bosch, S. Lotters, E. Wombwell, T.W. Garner, A.A. Cunningham, A. Spitzen-Van der Sluijs, S. Salvidio, R. Ducatelle, K. Nishikawa, T.T. Nguyen, J.E. Kolby, I. Vanan Bocxlaer, F. Bossuyt & F. Pasmans, 2014. Wildlife disease. Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. *Science* 346(6209): 630-631.
- Martel, A., A. Spitzen-Van der Sluijs, M. Blooi, W. Bert, R. Ducatelle, M.C. Fisher, A. Woeltjes, W. Bosman, K. Chiers, F. Bossuyt & F. Pasmans, 2013. *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110(38): 15325-15329.
- Nguyen, T.T., T. Van Nguyen, T. Ziegler, F. Pasmans & A. Martel, 2017. Trade in wild anurans vectors the urodelan pathogen *Batrachochytrium salamandrivorans* into Europe. *Amphibia-Reptilia* 38(4): 554-556.
- Spitzen-Van der Sluijs, A.M., F. Spikmans, W. Bosman, M. de Zeeuw, T. van der Meij, E. Goverse, M. Kik, F. Pasmans & A. Martel, 2013. Rapid enigmatic decline drives the fire salamander (*Salamandra salamandra*) to the edge of extinction in the Netherlands. *Amphibia-Reptilia* 34(2): 233-239.
- Spitzen-Van der Sluijs, A., G. Stegen, S. Bogaerts, S. Canessa, S. Steinfartz, N. Janssen, W. Bosman, F. Pasmans & A. Martel, 2018. Post-epizootic salamander persistence in a disease-free refugium suggests poor dispersal ability of *Batrachochytrium salamandrivorans*. *Scientific reports* 8(1): 3800.
- Spitzen-Van der Sluijs, A., A. Martel, J. Asselberghs, E.K. Bales, W. Beukema, M.C. Bletz, L. Dalbeck, E. Goverse, A. Kerres, T. Kinet, K. Kirst, A. Laudelout, L.F. Marin Da Fonte, A. Nollert, D. Ohlhoff, J. Sabino-Pinto, B.R. Schmidt, J. Speybroeck, F. Spikmans, S. Steinfartz, M. Veith, M. Vences, N. Wagner, F. Pasmans & S. Lotters, 2016. Expanding Distribution of Lethal Amphibian Fungus *Batrachochytrium salamandrivorans* in Europe. *Emerging infectious diseases* 22(7): 1286-1288.
- Stegen, G., F. Pasmans, B.R. Schmidt, L.O. Rouffaer, S. VAN Praet, M. Schaub, S. Canessa, A. Laudelout, T. Kinet & C. Adriaensen, 2017. Drivers of salamander extirpation mediated by *Batrachochytrium salamandrivorans*. *Nature* 544(7650): 353.
- Yuan, Z., A. Martel, J. Wu, S. van Praet, S. Canessa & F. Pasmans, 2018. Widespread occurrence of an emerging fungal pathogen in heavily traded Chinese urodelan species. *Conservation Letters* 2018(11): e12436.

### Maarten Gilbert & Annemarieke Spitzen

Stichting RAVON, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen,  
e-mail: ziektes@ravon.nl

