

Huidige situatie van de **salamander-schimmel** *Batrachochytrium salamandrivorans* in Nederland

Maarten Gilbert, Tariq Stark & Wouter Beukema

De schimmel *Batrachochytrium salamandrivorans* veroorzaakt de ziekte chytridiomycose bij salamanders. In 2013 bleek deze schimmel, die inmiddels op meerdere locaties in Nederland en Europa is aangetroffen, de oorzaak van de drastische afname van de vuursalamander in Zuid-Limburg. In dit artikel wordt de huidige situatie in Nederland beschreven.

De chytride *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal) is een gistachtige schimmel die, evenals de naaste verwant *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), de ziekte chytridiomycose bij amfibieën kan veroorzaken. Beide schimmels tasten de huid aan. De amfibieënhuid is relatief permeabel, en heeft een cruciale functie in bescherming, gasuitwisseling (ademhaling) en osmoregulatie (regelen van de water- en zoutbalans). Ernstige aantasting van de huid door chytridiomycose kan uiteindelijk tot sterfte leiden. Chytridiomycose door Bsal treedt bij salamanders vooral op na de metamorfose, als de huidstructuur verandert en er meer keratine in de huid wordt aangemaakt. Incidenteel wordt de schimmel ook bij kikkers en padden aangetroffen (Nguyen *et al.*, 2017). Het merendeel van de Europese salamandersoorten blijkt gevoelig voor Bsal (Martel *et al.*, 2014). Bsal is hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit Oost-Azië en via de dierhandel in Europa terecht gekomen, en kan dus als een invasieve exoot bestempeld worden.

Sterfte en een zeer sterke afname van de vuursalamander in Zuid-Limburg leidde tot de ontdekking en beschrijving van Bsal in 2013. Aanwezigheid kon ook bevestigd worden in dode vuursalamanders uit 2010. Echter, al vanaf 2008 werden dode vuursalamanders aangetroffen op deze locatie. Ook de massale sterfte van vuursalamanders in aangrenzend Duitsland in 2004, circa 40 kilometer ten zuidoosten van de uitbraaklocatie in Limburg bleek door Bsal veroorzaakt. Inmiddels is Bsal binnen Europa op meerdere locaties aangetroffen in wilde salamanderpopulaties in België, Duitsland, Nederland en Spanje. Daarnaast is het ook gedetecteerd in verschillende salamandercollecties in Nederland, Spanje en het Verenigd Koninkrijk (Fitzpatrick *et al.*, 2018). Dankzij gericht nationaal en internationaal onderzoek is er, meer dan 10 jaar na de ontdekking van Bsal, een completer beeld van de schimmel verkregen, ook wat betreft de verspreiding en impact op salamanders.

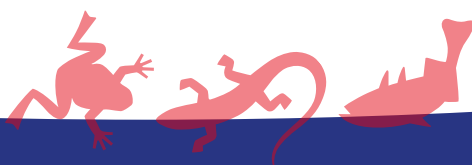
Verspreiding van Bsal in Nederland

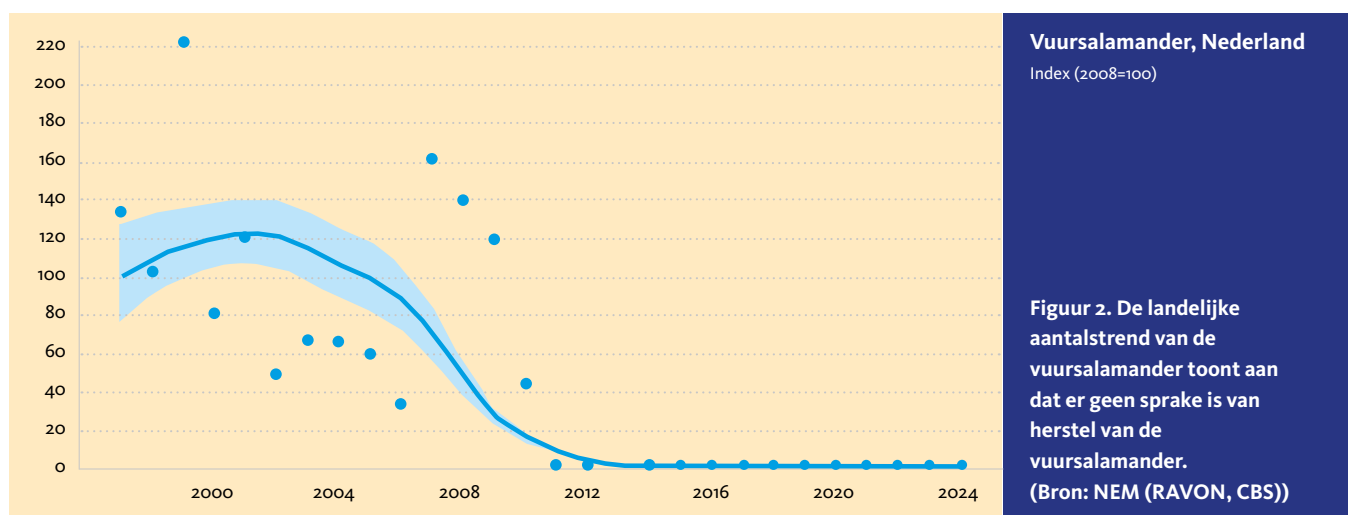
Op dit moment is Bsal bekend vanuit de provincies Limburg en Gelderland (figuur 1). Dit verspreidingsbeeld is gebaseerd op verschillende gerichte onderzoeken en meldingen vanuit het early warning system voor amfibie- en reptielziektes (RAVON, 2025b). In Limburg is Bsal inmiddels op zeker negen verschillende locaties aangetroffen in de periode 2010-2026. Bekende Bsal-positieve locaties bevinden zich ten noorden van Maastricht, bij het Vijlenerbos, in de ruime omgeving van Heerlen en ten oosten van Susteren. In Gelderland is Bsal aangetroffen op minimaal vijf verschillende locaties in de periode 2015-2025. De schimmel is hier aangetoond ten zuidoosten van Nijmegen, bij Gorssel, Zutphen, Voorst en Nunspeet.



Figuur 1. Huidige bekende verspreiding van Bsal in Nederland op basis van Bsal-positieve sterftegevallen, huidswabs van levende dieren en eDNA. Met uitzondering van de vinpootsalamander is Bsal aangetroffen bij alle inheemse salamandersoorten. De aanwezigheid van Bsal bij Nunspeet kon niet herbevestigd worden, deze locatie is aangegeven met een vraagteken.

De bekende verspreiding binnen Nederland lijkt hiermee nog relatief beperkt, maar de verspreiding is waarschijnlijk groter omdat lang niet overal gezocht is naar de aanwezigheid van de schimmel. Uitbraken van chytridiomycose worden namelijk vooral opgemerkt in populaties van vuursalamanders en kamsalamanders, omdat de ziekte bij deze soorten duidelijke sterfte veroorzaakt die door waarnemers wordt opgemerkt. Bij kleine watersalamanders en Alpenwatersalamanders veroorzaakt Bsal doorgaans veel minder sterfte. Bovendien raakt in deze populaties een kleiner deel van de individuen geïnfecteerd. Hierdoor is de kans aanzienlijk dat een infectie in dergelijke populaties onopgemerkt blijft.





Opmerkelijk is de grote afstand tussen de verschillende verspreidingsclusters, die ook vaak van elkaar gescheiden zijn door drukke wegen en grote rivieren, welke harde barrières vormen voor amfibieën. De exacte transmissieroutes zijn niet bekend, maar het is zeker dat menselijk handelen een rol speelt in de verspreiding van Bsal (Fitzpatrick *et al.*, 2018).

Situatie inheemse salamandersoorten

Op basis van laboratoriumexperimenten is bekend dat alle vijf inheemse salamandersoorten, mogelijk met uitzondering van de vinpootsalamander, gevoelig zijn voor Bsal. De mate van gevoeligheid verschilt echter per soort. Ook andere factoren kunnen van invloed zijn op het ziekteverloop, zoals de hoeveelheid Bsal-sporen waaraan dieren worden blootgesteld, (genetische) variatie binnen zowel Bsal als de gastheersoort, en omgevingsfactoren (bijvoorbeeld temperatuur). In het wild is Bsal inmiddels aangetroffen bij alle inheemse salamandersoorten.

Vuersalamander

Van alle inheemse salamandersoorten is de vuersalamander het meest gevoelig voor Bsal. Uit experimenten blijkt dat infectie met Bsal in alle gevallen dodelijk is. Er is ook geen indicatie voor immuniteit: geïnfecteerde dieren blijken na behandeling en herinfectie nog net zo gevoelig voor Bsal. In Zuid-Limburg zijn de aantallen als gevolg van Bsal drastisch afgenomen (figuur 2).

De schimmel is gedurende de gehele periode na ontdekking gedetecteerd in het Bunderbos, ook in 2025 en 2026 zijn nog Bsal-positieve dode vuersalamanders aangetroffen (figuur 3). De populatie lijkt zich vooralsnog op een zeer laag niveau te handhaven en is hierdoor zeer kwetsbaar voor andere versturende factoren, zoals de grootschalige uitspoeling van larven tijdens zware buien. Ook in de geïntroduceerde populatie op de Putberg zijn in 2010 Bsal-positieve vuersalamanders aangetroffen. De laatst bekende waarnemingen dateren uit 2013 en deze populatie lijkt uitgestorven. In het Vijlenerbos werd de soort voorheen in redelijke aantallen aangetroffen langs de verschillende bronbeeksystemen. De vondst van een Bsal-positieve Alpenwatersalamander in 2015 bevestigde dat de schimmel ook hier aanwezig is. De aantallen vuersalamanders zijn hier inmiddels ook zeer sterk afgenomen. De laatst bekende en bevestigde waarneming van vuersalamander uit het Vijlenerbos dateert uit 2023. Het is echter niet uitgesloten dat de soort nog in zeer lage aantallen aanwezig is.

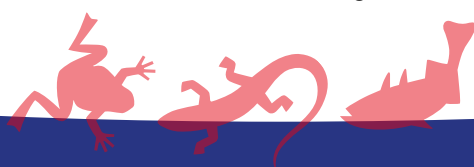
Andere aanwezige salamandersoorten (Alpenwatersalamander en kleine watersalamander) kunnen als drager voor Bsal dienen, aangezien de schimmel in het Bunderbos en Vijlenerbos ook bij deze soorten is aangetroffen (Spitzen-van der Sluijs *et al.*, 2020). Daarnaast is het niet uitgesloten dat Bsal zonder salamanders kan overleven. Zo is aangetoond dat bepaalde Bsal-varianten kunnen overleven op plantaardig materiaal (Kelly *et al.*, 2021). Voor het voortbestaan van de vuersalamander in Zuid-Limburg is het van belang dat het leefgebied op orde is, inclusief voldoende geschikte voortplantingswateren. Er is een aantal dieren veiliggesteld in twee Nederlandse dierentuinen. Deze kunnen bijdragen aan herstel van de wilde populatie zodra daar voldoende perspectief voor is.

Kamsalamander

Van alle inheemse salamandersoorten lijkt de kamsalamander, na de vuersalamander, het meest gevoelig voor Bsal. Op basis van experimenten is de mortaliteit van geïnfecteerde dieren hoog (50-100%), maar Bsal is niet in alle gevallen dodelijk en sommige dieren kunnen de infectie klaren (Bates *et al.*, 2019; Martel *et al.*, 2014). Ook in wilde populaties wordt een hoge prevalentie (aantal geïnfecteerde dieren als proportie van de populatie) en infectie-intensiteit van Bsal aangetroffen (Böning *et al.*, 2023).

De eerste dode Bsal-positieve kamsalamanders in Nederland zijn aangetoond in Gelderland bij Gorssel in 2018 (figuur 4). Sindsdien is Bsal hier jaarlijks gedetecteerd. Hiernaast is de schimmel in 2024 ook gedetecteerd bij hybriden van kamsalamander en Italiaanse kamsalamander nabij Nunspeet op de Veluwe, maar de aanwezigheid kon tijdens aanvullend onderzoek in 2025 niet bevestigd worden. In 2025 is Bsal ook aangetoond bij kamsalamanders in de omgeving van Voorst.

In Zuid-Limburg is Bsal op basis van environmental DNA (eDNA) aangetoond in verschillende wateren waar ook kamsalamander aanwezig is in de omgeving van Bunde (2022 en 2024), Brunssum (2024) en Schinveld (2022). Het is aannemelijk dat de soort op deze locaties ook positief is voor Bsal. Opmerkelijk is dat de kamsalamander op verschillende locaties in Zuid-Limburg is verdwenen. Zo neemt het aantal waarnemingen van kamsalamander in groeve 't Rooth sterk af na 2008 en dateert de laatst bekende waarneming uit 2015. Recente waarnemingen van kamsalamanders uit het Geuldal ontbreken eveneens. Mogelijk heeft Bsal een rol gespeeld in deze afname, maar ook andere factoren zijn niet uitgesloten.





Figuur 3. Dode vuursalamander met duidelijke verschijnselen van een Bsal-infectie, zoals aangetroffen in het Bunderbos in februari 2026. (Foto: Naomi Lambrixx)

Voor kamsalamander is de impact van Bsal op populatieniveau nog niet goed onderzocht. In tegenstelling tot gecontroleerde infectie-experimenten zijn er binnen een ecosysteem vele factoren die de infectiedynamiek van Bsal kunnen beïnvloeden. Ongetwijfeld zal Bsal echter een drukfactor zijn voor de kamsalamander, een kwetsbare soort die landelijk ook een gestage afname laat zien. Lopend onderzoek moet uitwijzen wat de invloed van Bsal op kamsalamanderpopulaties is en hoe de effecten van Bsal zoveel mogelijk gemitigeerd kunnen worden (RAVON, 2025a).

Alpenwatersalamander

Uit experimenten blijkt de Alpenwatersalamander ook gevoelig voor Bsal, met tot 100% mortaliteit (Martel *et al.*, 2014). De mate van infectie blijkt echter ook afhankelijk te zijn van de hoeveelheid Bsal-sporen waaraan een dier wordt blootgesteld. Blootstelling aan een hoge dosis Bsal leidt tot ziekte en sterfte na gemiddeld drie weken, terwijl blootstelling aan een lage dosis weliswaar leidt tot langdurig dragerschap en verspreiding van de schimmel, maar ook tot het klaren van de infectie en herstel van de gastheer. Hierdoor kan deze soort mogelijk ook als drager van Bsal in het ecosysteem fungeren. In het wild zijn Bsal-positieve Alpenwatersalamanders aangetroffen in Limburg in het Bunderbos (2014, 2015, 2017 en 2018), bij de Putberg (2014 en 2015) en in het Vijlenerbos (2015). Daarnaast zijn in Gelderland Bsal-positieve dieren aangetroffen bij Berg en Dal (2015) en recentelijk ook in park Brakkenstein bij Nijmegen (2025). Bij de Putberg en beide Gelderse locaties zijn ook dode Alpenwatersalamanders aangetroffen. Het effect van Bsal op populatieniveau is niet goed onderzocht. De Bsal-prevalentie bij Alpenwatersalamanders in het wild is vaak laag, waardoor de schimmel, ondanks aanwezigheid, niet altijd gedetecteerd wordt. Desalniettemin veroorzaakt Bsal wel sterfte bij Alpenwatersalamanders, zowel in het wild als in infectie-experimenten, waardoor het aannemelijk is dat Bsal een drukfactor kan zijn voor deze soort.

Kleine watersalamander

De kleine watersalamander is gevoelig voor Bsal, maar het infectieverloop kan variabel zijn: op basis van een infectie-experiment was de mortaliteit 25%, terwijl de overige 75% van de dieren in staat

bleek om de infectie te klaren (Bates *et al.*, 2019).

In Nederland is Bsal ook in het wild aangetroffen bij kleine watersalamanders. In Limburg zijn Bsal-positieve dieren aangetroffen in het Pepinusbeekdal (2014), het Wormdal (2015) en in het Bunderbos (2015, 2018, 2019 en 2021); in Gelderland bij Gorssel (2020-2024) en Zutphen (2024). Bij het Pepinusbeekdal, Gorssel en Zutphen ging dit gepaard met sterfte. Het merendeel van de Bsal-positieve gevallen betrof echter levende dieren, vaak met een relatief lage prevalentie en infectie-intensiteit. Dit beeld is enigszins vergelijkbaar met de infectie-experimenten.

Voor de kleine watersalamander zijn voornamelijk geen afnames geconstateerd, maar dit is nog onvoldoende onderzocht voor deze soort. Aangezien in het wild wel Bsal-positieve dieren worden aangetroffen en ook sterfte is geconstateerd, is het aannemelijk dat Bsal een negatief effect op populaties kan hebben.

Vinpootsalamander

In tegenstelling tot de overige inheemse salamandersoorten leidde blootstelling aan Bsal niet tot infectie bij de vinpootsalamanders in experimenten (Martel *et al.*, 2014). Dit betrof echter een beperkt aantal geteste dieren en ook bij andere watersalamandersoorten raakte een deel van de dieren soms niet geïnfecteerd (Bates *et al.*, 2019).

Vooralsnog is Bsal niet aangetoond bij wilde vinpootsalamanders in Nederland, maar wel in aangrenzend Duitsland (Dalbeck *et al.*, 2018). Op basis van de huidige kennis is het effect van Bsal op deze soort waarschijnlijk laag. De mogelijke impact op populatieniveau dient echter nader onderzocht te worden.

Mitigatie van Bsal

Sinds de ontdekking van Bsal zijn verschillende acties ondernomen om de impact te beperken. Zo is de schimmel onder andere

Verspreiding Bsal voorkomen

Het is cruciaal om nieuwe introducties en verdere verspreiding van Bsal via menselijk handelen te beperken. Daarom is het goed om bewust te zijn van de mogelijke aanwezigheid van Bsal en hiernaar te handelen door een aantal basale richtlijnen te volgen. Allereerst, verplaats geen amfibieën, waterplanten, of materialen die met amfibieën in contact zijn gekomen naar andere locaties. Voor de handel en hobby geldt dat contact tussen gehouden en wilde amfibieën (bijvoorbeeld in tuinen) voorkomen dient te worden. Desinfecteer materialen die in contact zijn geweest met amfibieën bij gebruik tussen verschillende gebieden. Denk daarbij ook aan desinfectie van schoeisel bij een bezoek aan amfibieëngebied, zeker als de aanwezigheid van Bsal bekend is. Vanuit RAVON is een hygiëneprotocol opgesteld met duidelijke richtlijnen. Daarnaast kunnen zieke en dode amfibieën en reptielen zonder evidente doodsoorzaak gemeld worden via het online meldpunt. Voor het hygiëneprotocol, meldpunt en overige informatie omtrent Bsal en andere relevante pathogenen, zie [ravon.nl/zakelijk/ziektes](https://www.ravon.nl/zakelijk/ziektes). Dankzij oplettende melders zijn al meerdere gevallen van Bsal en andere ziekteverwekkers ontdekt en indien mogelijk acties ondernomen. Hoogstwaarschijnlijk zal Bsal niet vanzelf uit het Nederlandse ecosysteem verdwijnen, maar het is wel mogelijk om verspreiding ervan via menselijk handelen zoveel mogelijk te beperken.



opgenomen in de Europese Diergezondheidsverordening en is er een Europees actieplan verschenen (Gilbert *et al.*, 2020). De implementatie en uitvoering hiervan is vooralsnog echter onvoldoende gebleken om nieuwe introducties en verdere verspreiding van Bsal te voorkomen. Ook de voorgeschreven monitoring van Bsal wordt vooralsnog niet structureel uitgevoerd, waardoor niet bekend is waar Bsal exact voorkomt en wat de impact op salamanderpopulaties is. Binnen Nederland is er wel een early warning system voor detectie van amfibie- en reptielziektes actief (RAVON, 2025b), waardoor uitbraken van Bsal en andere relevante ziektes in een vroeg stadium gedetecteerd kunnen worden en indien mogelijk actie ondernomen kan worden. Ook maakt het de verspreiding van deze pathogenen inzichtelijk. Daarnaast vindt er meerjarig fundamenteel en toegepast onderzoek plaats dat zich richt op mitigatie van de effecten van Bsal in wilde salamanderpopulaties (RAVON, 2025a). Zowel het early warning system als het onderzoek worden met steun vanuit het ministerie van LVVN uitgevoerd door RAVON.

Summary

Current status and distribution of *Batrachochytrium salamandrivorans* in the Netherlands

Batrachochytrium salamandrivorans (Bsal) is a chytrid fungus that causes chytridiomycosis in amphibians, primarily affecting salamanders and newts. First described in the Netherlands in 2013, Bsal was identified as the cause of a dramatic decline of the fire salamander in the province of Limburg. Populations have collapsed and now persist only at very low levels. The crested newt also shows high Bsal prevalence and infection intensity, and population-level impact remains under study. Alpine and smooth newts are susceptible but may act as reservoirs, because infections are often sublethal. The palmate newt appears relatively resistant, although data are limited. Since 2010, Bsal has been detected at multiple sites in Limburg and Gelderland provinces. Long-distance spreading is unlikely to occur naturally, indicating a significant role for human-mediated transmission. Eradication of Bsal is considered unlikely; mitigation efforts include European legislation, national monitoring, an early-warning system, fundamental and applied research, and strict hygiene protocols to prevent further spreading.

Literatuur

- Bates, K.A., J.M.G. Shelton, V.L. Mercier, K.P. Hopkins, X.A. Harrison, S.O. Petrovan & M.C. Fisher, 2019. Captivity and infection by the fungal pathogen *Batrachochytrium salamandrivorans* perturb the amphibian skin microbiome. *Frontiers in Microbiology* 10: 1834.
- Böning, P., J. Virgo, S. Bleidissel, N. Dabbagh, L. Dalbeck, S. Ellwart, L. Feiler, V. Ferner, T. Fleck, L. Gemeinhardt, M. Guschal, G. Hansbauer, K. Kirst, T. Kordges, L. Kühnle, S. Neumann, A. Plewnia, K. Preissler, M. Schlupmann & M. Schneider, 2023. Key questions about the impact of the salamander plague on the Northern crested newt, *Triturus cristatus* – A German perspective. *Salamandra* 59(2): 107.
- 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: 1-22.
- Fitzpatrick, L.D., F. Pasmans, A. Martel & A.A. Cunningham, 2018. Epidemiological tracing of *Batrachochytrium salamandrivorans* identifies widespread infection and associated mortalities in private amphibian collections. *Scientific Reports* 8(1): 13845.
- Gilbert, M., A. Spitzen-van der Sluijs, S. Canessa, J. Bosch, A.A. Cunningham, E. Grasselli, A. Laudelout, S. Lötters, C. Miaud, S. Salvidio, M. Veith, A. Martel & F. Pasmans, 2020. Mitigating *Batrachochytrium salamandrivorans* in Europe: *Batrachochytrium salamandrivorans* action plan for European urodeles.
- Kelly, M., F. Pasmans, J. F. Muñoz, T.P. Shea, S. Carranza, C.A. Cuomo & A. Martel, 2021. Diversity, multifaceted evolution, and facultative saprotrophism in the European *Batrachochytrium salamandrivorans* epidemic. *Nature Communications* 12(1): 6688.
- Martel, A., M. Blooi, C. Adriaensen, P. Van Rooij, W. Beukema, M.C. Fisher, R.A. Farrer, B.R. Schmidt,



Figuur 4. Dode Bsal-positieve kamsalamander vanuit de omgeving Gorsel. (Foto: Charles Duchatel)

- U. Tobler, K. Goka, K.R. Lips, C. Mulet, K.R. Zamudio, J. Bosch, S. Lötters, 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. Van Bocxlaer, F. Bossuyt & F. Pasmans, 2014. Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. *Science* 346(6209): 630-631.
- 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.
- RAVON, 2025a. Amfibieënschimmels in Nederland: Van uitbraak tot aanpak. RAVON-Balans: Hoe gaat het met de reptielen, amfibieën en vissen in Nederland? 6: 8-9.
- RAVON, 2025b. Early Warning System ziektes amfibieën en reptielen. RAVON-Balans: Hoe gaat het met de reptielen, amfibieën en vissen in Nederland? 6: 9.
- Spitzen-van der Sluijs, A., T. Stark, T. Dejean, E. Verbrugghe, J. Herder, M. Gilbert, J. Janse, A. Martel, F. Pasmans & A. Valentini, 2020. Using environmental DNA for detection of *Batrachochytrium salamandrivorans* in natural water. *Environmental DNA* 2(4): 565-571.

Maarten Gilbert, Tariq Stark & Wouter Beukema
RAVON, m.gilbert@ravon.nl

