

Temperatuurtolerantie van salamanders in gevangenschap bij een hittegolf

Sergé Bogaerts
i. s. m. leden van de Salamandervereniging
p/a Honigbijenhof 3
NL-6533 RW Nijmegen
www.salamanders.nl

INLEIDING

De zomer van 2003 was de heetste zomer in Nederland sinds tijden. Van 31 juli tot en met 13 augustus bereikte de maximumtemperatuur in De Bilt (nabij Utrecht, in het centrum van het land) dagelijks tenminste de 25,0°C ('zomerse dag') waarbij op zeven dagen 30,0°C ('tropische dag') of meer werd gehaald. De zeven tropische dagen betekenden in De Bilt voor augustus een nieuw record. De hittegolf leverde in Arcen (nabij Venlo, in het zuidoosten) een aaneengesloten periode van 12 tropische dagen op. Op drie dagen steeg de temperatuur in ditzelfde Arcen zelfs tot boven de

37,0°C (volgens gegevens van het KNMI, www.KNMI.nl).

Na een bezoek bij Marc Stenssen, waarbij ik zag dat zijn in dit jaar gemetamorfoseerde Zuidelijke Kamsalamanders, *Triturus karelinii*, in het water zaten bij temperaturen boven de 30°C en er prima uitzagen, bedacht ik dat het interessant zou zijn eens na te gaan of de hitte onder leden van de Salamandervereniging voor problemen had gezorgd. Immers, in alle handboeken over het houden van salamanders wordt aangegeven dat temperaturen boven de 25°C zo veel mogelijk vermeden dienen te worden (bv. RIMMP, 1985; GROSSE, 1994).

Er hadden op dat moment bijna twee weken lang tropische temperaturen geheerst. Als



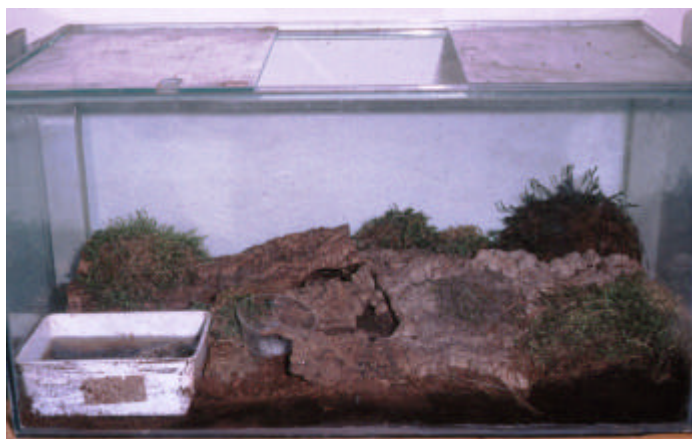
Buitenterrarium voor op het land levende salamanders.

Foto: S. Bogaerts

er problemen waren moesten ze nu wel duidelijk worden. Ik stuurde daarom op maandag 11 augustus een e-mail rond met een verzoek om bij te houden hoe de temperaturen de komende dagen zouden verlopen in de terraria en aquaria. Daarbij vroeg ik ook of er problemen waren met de dieren. Van twaalf leden ontving ik een positieve reactie en zij stuurden mij hun gegevens toe. De resultaten en een discussie over de rol van de temperatuur in het leven van een salamander staan vermeld in dit artikel.

METHODE

Vanaf 12 augustus t/m 15 augustus is door zeven leden exact bijgehouden wat de minimum- en maximumtemperaturen waren



Binnenterrarium voor op het land levende salamanders.

Foto: S. Bogaerts

in de terraria of aquaria. Anderen lazen hun e-mail te laat of konden het niet exact bijhouden. Zij gaven beschrijvingen met grovere gegevens, deze zijn in de tekst vermeld. Temperaturen zijn 's ochtends (het koelste moment) en 's avonds (het warmste moment) gemeten. Dinsdag 12 augustus was echter meteen de laatste echt warme dag, daardoor liepen de temperaturen vanaf dinsdag eigenlijk weer terug naar 'normale' zomerse temperaturen. Omdat er al twee weken een hittegolf heerste, mag je aannemen dat de temperaturen van die dinsdag 12 augustus al twee weken bij iedereen in de bakken te meten waren. Ik geef daarom ter illustratie alleen de temperaturen die op 12 augustus gemeten zijn. Men kan er dus vanuit gaan dat de salamanders daar al twee weken mee te maken hadden. Natuur-

lijk zijn niet alle gemeten temperaturen exact met elkaar te vergelijken, omdat bijvoorbeeld de thermometers niet geijkt zijn, maar de getallen geven een goede indicatie van de temperaturen die salamanders kunnen verdragen.

RESULTATEN

Ik wil onderscheid maken tussen bakken binnenshuis en buitenshuis. Binnen zijn de bakken langer beschermd tegen de hitte, echter ze koelen ook minder snel af. Buiten zal de temperatuurfluctuatie groter zijn.

Binnenshuis

Bij iedereen bleef binnen de temperatuur in de salamanderkamers overdag rond 28°C en 's nachts rond 25°C (zie tabel). Bij een van de rapporteurs werd het nog enkele graden warmer. Het algemene beeld is dat alle volwassen dieren inactiever worden. Op het land is meestal geen enkele activiteit waarneembaar. De dieren zitten ingegraven (*Ambystoma tigrinum*) of verstopt (*Mertensiella luschani*, *Triturus marmoratus*).

In het water hangen volwassen dieren opvallend veel aan het wateroppervlak of zoeken alsnog het land op. Gegeten wordt er door volwassen dieren nauwelijks; door juveniele dieren wel. Referenties hierover in natuurlijke situaties ontbreken.

Volwassen dieren van *Triturus carnifex*, *Triturus karelinii* en *Triturus marmoratus* die door een van de rapporteurs aquatisch werden gehouden, hingen meer aan de oppervlakte en klommen vaker op de eilandjes. Dit zou kunnen duiden op zuurstofgebrek in het water. De jonge dieren vertoonden dit gedrag niet. Van de volwassen dieren namen enkelen geen voedsel meer tot zich. Toen de koelte terug kwam (eind van de periode) bleek dat de volwassen dieren ook niet meer aan de oppervlakte hingen en terugkeerden naar de bodem en ook aten. De temperatuur was toen gedaald naar 21°C. Eigenlijk is het beeld voor alle *Triturus*soorten ongeveer gelijk.

Voor de *Cynops*soorten is er kennelijk nauwelijks een verandering waarneembaar. Bij de rapporteur voor *Cynops orientalis* leveren temperaturen van meer dan 30°C voor zijn dieren geen problemen op. Bij

Soort	Aquarium (A) Terrarium (T) Aquaterrarium (A/T)	Hoogste / laagste temperatuur op 12 augustus, 2003	Opmerkingen
<i>Ambystoma mexicanum</i>	A	27,8°C / 27,4°C	Geen problemen.
<i>Ambystoma tigrinum</i>	T	28,5°C / 28,1°C	Geen problemen.
<i>Bolitoglossa mexicana</i>	T	28°C / 25°C	Dieren zijn juist met de warmte actief en eten, vooral als er gesproeid is.
<i>Cynops cyanurus</i>	T	27,5°C / 24°C	Dieren in landfase, eten weinig.
<i>Cynops orientalis</i>	A	32,1°C / 31,7°C	Geen problemen.
<i>Desmognathus fuscus</i>	A/T	28°C / 26°C	Dieren verblijven meer in het water. Weinig waarneembare activiteit. Voedselopname onbekend.
<i>Euproctus platycephalus</i>	A	27,4°C / 26,2°C	Dieren inactief. Toen de temperatuur onder de 23°C daalde, aten ze weer.
<i>Eurycea bislineata</i>	T	27,5°C / 25°C	Zitten in een bak met twee mm water. Zijn in de avond actief en eten.
<i>Mertensiella luschani fazilae</i>	T	29°C / 26°C	De dieren zijn inactief en eten niet.
<i>Paramesotriton chinensis</i>	A	27,5°C / 25°C	Geen problemen.
<i>Pleurodeles waltl</i> (volwassen)	A	27°C / 25°C	Volwassen dieren eten slecht en hangen veel in de bovenste waterlagen met de kop boven het water uit. Gaan niet het land op.
<i>Pleurodeles waltl</i> (juvenielen, zeven maanden oud)	A	30°C / 28°C	Bakje staat in de keuken, ligt op het zuiden. Een identieke bak stond koeler (27°C / 25°C). Dieren van beide groepen eten normaal. Hangen wel veel in de bovenste waterlaag. Gaan niet veel uit het water.
<i>Taricha granulosa</i>	A	27,4 °C / 26,9°C	Geen problemen.
<i>Triturus carnifex</i>	A	27,4°C / 26,9°C	Geen problemen.
<i>Triturus carnifex</i>	A/T	28°C / 24°C	11 augustus een vrouwtje dood in het water, de rest zit op het land. 16 augustus nog een dier gestorven.
<i>Triturus dobrogicus</i>	A	26°C / 24°C	Dieren blijven eten en blijven in het water of tussen stukken hout en steen bij de wateroppervlakte.
<i>Triturus marmoratus</i>	T	28°C	Dieren zitten inactief met z'n zessen in een stuk holle kurk. Eten niet. Zien er goed uit.
<i>Triturus marmoratus</i>	A/T	28°C / 24°C	Op 10 augustus liggen twee vrouwtjes dood in het water. Op 11 augustus zit alles op het land. Op 16 en 20 augustus zijn nog twee mannetjes gestorven.
<i>Triturus montandoni</i>	T	27,5°C / 25°C	Dieren zoeken vochtige plaatsen in de bak. Eten wel, maar vermageren ook relatief snel.
<i>Tylotriton verrucosus</i>	A	27,5°C / 24°C	Geen problemen.

Tabel I: Temperaturen 's avonds en 's ochtends op 12 augustus 2003 in terraria/aquaria die binnen staan waarbij overdag de 25°C-grens werd overschreden.

Cynops pyrrhogaster is de watertemperatuur rond de 24-27°C geweest, wat schommelend al naar gelang de nachtelijke afkoeling, want in de kamer waar de bakken staan, staat dan een raam open. De dieren blijven in het water, zijn rustig, zeker niet geagiteerd. *Cynops ensicauda*, zowel *C. e. ensicauda* als *C. e. popei*, blijven in het

water en gedragen zich niet anders dan bij temperaturen tussen 18-24°C. Al deze dieren eten goed en vertonen niet meer of minder activiteit dan anders. Er werd veel gevoederd, vooral om de jongen (eerste jaar op het land) en halfwas dieren (in het water) snel groot te krijgen. Het water werd niet vaker ververst dan anders d.w.z. één

keer per twee à drie weken.

Bij een andere rapporteur liep de temperatuur op tot 26°C, maar hij heeft geen enkel slachtoffer gehad. *Salamandrella keyserlingii*, *Hynobius dunni* en *Hynobius leechii* aten minder. Zijn Ribbensalamanders, *Pleurodeles waltl* en *Pleurodeles poireti*, zaten op het land, waren weinig actief en zaten op de minst vochtige plaatsen van de bak. Zijn Krokodilsalamanders (*Tylototriton verrucosus* en *Tylototriton shanjing*) waren erg actief bij temperaturen boven de 20°C. Voor het eerst kropen gemetamorfoseerde *T. verrucosus* uit het water, misschien wel door de temperatuur en de daardoor veranderde waterkwaliteit.

De enige die wel echt problemen ondervond was de rapporteur voor *Triturus* welke in een aquaterrarium werden gehouden. Hij heeft een groot aantal dieren verloren van zowel *T. carnifex* als van *T. marmoratus*. Zijn *Triturus dobrogicus* vertoonden geen enkel probleem.

Buiten

Sommigen onder ons houden hun dieren in een buitenterrarium of in een schuurtje. Voordeel is dat het buiten sneller 's nachts afkoelt dan binnenshuis; nadeel is dat de temperatuur overdag sneller kan oplopen. Bij twee rapporteurs staat zo een glazen bak (60x40 cm) in de tuin. Daar zitten vijftien *T. marmoratus* juvenielen van dit jaar in. Het zijn gemetamorfoseerde dieren die weer in het water verblijven. De waterhoogte is zes cm, de bak is flink beplant met waterpest en verder steekt er heel veel watermunt boven het water uit. De bak staat op een zonnige plaats en is voor de helft afgedekt met een glazen plaat. Door onoplettendheid tijdens de tropische dagen liep de temperatuur op tot 37°C! De dieren zaten dan in het water, maar als 's avonds de temperatuur terug liep zaten vrijwel alle dieren weer in de watermunt op het land met een landtemperatuur van 25°C. De dieren zochten dus in de bak duidelijk de relatief koelste plekjes op. Er is geen enkel dier overleden en de dieren zien er gezond

uit. De landtemperatuur boven de bakken was buiten gemiddeld 2°C hoger dan de watertemperatuur. Zij vermelden verder dat de watertemperatuur afhankelijk van de diepte per plaats verschilt (marge 3°C). Ook de dieren die in hun schuur zitten, Axolotls (*Ambystoma mexicanum*), *T. carnifex*, *T. marmoratus*, *T. karelinii*, *T. vittatus ophryticus*, *T. montandoni*, *Pleurodeles waltl* en *Tylototriton verrucosus* hebben watertemperaturen tot 31°C en landtemperaturen tot 35°C doorstaan. Ze hebben in die periode geen enkel dier verloren. Dit komt overeen met de gegevens van een andere rapporteur die larven en halfwas dieren van diverse *Triturus*soorten in zijn schuur hield waar de watertemperatuur tot 35°C opliep. Zijn volwassen dieren stonden in bakken in de open lucht, waardoor er 's nachts meer afkoeling optrad. Volwassen dieren worden apathisch en eten minder. Jonge dieren en larven aten echter normaal.



Triturus marmoratus, vrouw in landfase. In de zomer verborgen levend.

Foto: S. Bogaerts

DISCUSSIE

Uit de literatuur is redelijk wat bekend over de temperatuurtolerantie van salamanders. Er zijn temperaturen in het veld gemeten en er zijn ook salamandertjes 'gepest' in proefopstellingen. In het vrije veld blijken de lichaamstemperaturen van de salamanders vaak heel anders dan men zou verwachten. Zo hebben *Necturus maculosus* die voorkomen in grote meren in de VS het grootste deel van het jaar een lichaamstemperatuur van rond de 4°C. In aquaria waar ze ge-

houden werden bij 15°C, bleken de dieren 's nachts (de activiteitsperiode) hogere temperaturen te verkiezen dan overdag. In STEBBINS & COHEN (1995) is aangegeven dat *Ensatina escholtzi* in het veld een voorkeur heeft voor temperaturen tussen 0-20°C, met een piek rond de 8-14°C. Ook GRIFFITHS (1996) vermeldt dat de meeste Noordwest-Europese watersalamanders zich in het voorjaar in wateren bevinden die een temperatuur hebben tussen de 8-18°C. Voor zuidelijker voorkomende soorten zal dat zeker hoger zijn. Max Sparreboom (pers. med.) gaf tevens aan dat hij in Japan in 1993 volwassen, overdag actieve, *C. ensicauda* heeft gevangen in licht stromend, ondiep water van 28°C.

Voor sommige soorten zijn temperaturen hoger dan 20°C zelfs vereist. Dit geldt bijvoorbeeld voor de spermatogenese in *Plethodon cinereus* (WERNER, 1969). De samenhang van de seizoensgebonden temperatuursvariatie en spermatogenese werd onder andere ook aangetoond in *Paramesotriton hongkongensis* (LOFTS, 1974).

Bij larven van salamanders blijkt dat de grote larven vaak in warmere delen van de wateren zitten dan de kleinere jongere. Zo hebben larven van de Langteenmolsalamander (*Ambystoma macrodactylum*) die op het punt staan hun metamorfose af te ronden een lichaamstemperatuur van 26,5°C. De jongere larven zitten bij 21,5 tot 22,9°C (ANDERSON, 1968). Voor larven van bergbeekbewonende *Neurergus crocatus* heb ik zelf al eens gemeten dat die watertemperaturen boven 25°C prima kunnen doorstaan (BOGAERTS, 1996).

Er is wel verschil tussen larven en juveniele dieren. Zo is bekend dat larven van vuursalamanders uit Israël, *Salamandra infraimmaculata*, die langzaam worden gewend aan hogere temperaturen, dit meestal prima doorstaan. Als ze kunnen kiezen in een gradiënt van 10-35°C hebben ze een voorkeur voor temperaturen tussen de 15 en 25°C, maar gemetamorfoseerde salamanders kiezen duidelijk voor temperaturen onder de 20°C (DEGANI, 1996). Afhankelijk van de soort, van de tijd van het jaar of van de levensfase zijn er dus verschillende wensen.

Maar wanneer wordt een temperatuur fataal? Dit kan twee kanten op werken. Er is



Lykische landsalamander, *Mertensiella luschani fazilae*. In de zomer in de natuur onvindbaar en in gevangenschap inactief.

Foto: S. Bogaerts

een kritische minimumtemperatuur die voor veel salamandersoorten rond het vriespunt ligt. Enkele soorten kunnen zelfs temperaturen onder het vriespunt verdragen, waarbij *Salamandrella (Hynobius) keyserlingii* de recordhouder is. Deze soort kan temperaturen tot -40°C overleven (KUZMIN, 1995). Maar in dit artikel zijn we natuurlijk geïnteresseerd in de maximumtemperatuur die de dieren doorstaan.

De kritische maximumtemperatuur verschilt sterker per soort. Bij *E. escholtzii* treedt er bij 25-29°C verhoogde huidslijmafscheiding op, tussen 29-31°C gedragen de dieren zich ongemakkelijk en zoeken ze actief naar koelere plaatsen. Bij hogere temperaturen raken de dieren verlamd en verliezen coördinatie. Bij *Salamandra infraimmaculata* uit Israël blijken juveniele dieren te overlijden bij temperaturen vanaf 31,8°C en volwassen dieren vanaf 32°C als ze voorheen bij 10°C zaten. Maar als ze eerst bij 30°C zaten gaan volwassen dieren pas bij 35,6°C en hoger dood (DEGANI, 1982). Er treedt dus adaptatie op als de temperatuurveranderingen geleidelijk gaan.

Bovenstaande laat zien dat afhankelijk van of de dieren in het water zitten of op het land er andere omstandigheden een rol spelen, maar dat ook levensstadia (larve, juveniel, adult), leefgebied (berggebied, gematigd klimaat of tropen) en tijdsperiodes (dag/nacht of seizoen) een rol spelen.

In het algemeen is bij hogere temperaturen op het land uitdroging het grootste gevaar. Daarom krijgen bijvoorbeeld Ribbensala-

manders (*Pleurodeles*) op het land een dikkere hoornige huid, die beter bestand is tegen uitdroging. In het water zijn het effect op het metabolisme van de salamanders en de veranderingen in waterkwaliteit belangrijker.

Hoge temperaturen in het water zorgen bijvoorbeeld voor versnelde metamorfose. Daardoor zijn pas gemetamorfoseerde salamanders van Ribbensalamanders (*Pleurodeles*), Kamsalamanders (*T. carnifex*, *T. dobrogicus*) en Krokodilsalamanders (*Tylostotriton*) soms erg klein (pers. med. Ad Bouwman en Harry Dresens). Sommige andere salamanders metamorfoserend altijd bij een bepaalde lengte, zoals *Triturus vittatus ophryticus*. Het is aan te bevelen om bij hoge temperaturen de larven over meer bakken te verdelen. Mocht er iets misgaan, dan is niet de hele kweek verloren. Larven en juveniele *Triturus* en *Pleurodeles* blijven actief en eten bij hogere temperaturen; volwassen dieren worden inactief.

In natuurlijke omstandigheden zullen sala-



Een typerend habitat van de Lykische Landsalamander, *Mertensiella luschani*. Puinhelling met dennenbos nabij Termessos, Antalya, Turkije.

Foto: S. Bogaerts

manders zonder uitzondering proberen de zomerse hitte te vermijden. In Turkije zul je 's zomers vergeefs zoeken naar bijvoorbeeld Lykische Landsalamanders (*Mertensiella luschani*) terwijl je die in de winter op dezelfde locatie met gemak vindt. Tonnie Woeltjes (pers. med.) heeft geprobeerd in de zomer een puinhelling af te graven en kwam op een diepte van een meter nog steeds geen salamanders tegen. Door Michael Veith (pers. med.) zijn op vindplaatsen van deze soort datalockers ingegraven die op een diepte van 70 cm op een noordhelling, dus niet beschenen door de zon, in de zomer temperaturen van boven de 30°C aangaven. Kortom, deze dieren kruipen heel diep de grond in om de zomerse warmte te ontvluchten. Helaas is er weinig gericht onderzoek gedaan naar waar dieren in de zomer verblijven en bij welke temperaturen zij de zomer doorkomen. Terzijde: VEITH & STEINFARTZ (2004) hebben *Mertensiella luschani* in een nieuw genus geplaatst en tevens een aantal ondersoorten tot soort verheven. *Mertensiella luschani fazilae* heet nu *Lyciasalamandra fazilae* (Veith & Steinfartz, 2004).

CONCLUSIES EN ADVIEZEN

Ogenscheinlijk zijn tijdelijke hogere temperaturen (boven 25°C) voor salamanders dus niet zo'n probleem. Door de hoge temperaturen veranderen er wel een aantal omgevingsomstandigheden in het terrarium of aquarium waar men rekening mee moet houden om de salamanders er goed doorheen te helpen. Ik wil deze adviezen op een rijtje zetten.

Conditie

De salamanders moeten in een goede conditie zijn om temperatuurverhoging te kunnen doorstaan. Zieke of zwakkere dieren zijn immers veel gevoeliger voor extra stress van welke vorm dan ook. Hogere temperaturen zorgen ook voor een hogere verbranding. Als de dieren geen reserves hebben, zijn ze sneller vatbaar voor ziektes.

Zuurstof

Hogere temperaturen zorgen voor een hoger zuurstofverbruik bij de dieren maar

ook voor een verminderde oplosbaarheid van zuurstof in het water. Het hogere zuurstofverbruik kan vooral in aquaria tot een probleem leiden. Want naast de salamanders zitten er natuurlijk ook bacteriën en planten in het water. Bij onvoldoende planten kan er zuurstofgebrek ontstaan. Max Sparreboom merkt op dat hij de tl-lampen elke dag laat branden, ondanks het risico dat de temperatuur nog wat extra stijgt. Zonder licht kan namelijk het biologisch evenwicht in het water veranderen. Planten kunnen geen zuurstof produceren. Hij heeft in het verleden gemerkt dat als het licht uitging dieren last kregen van rottende tenen en staartpunten. In deze zomer heeft hij geen enkel dier, dat betekent ook geen larven of juvenielen, van zijn *Cynops*-soorten verloren.

Voedsel

In de vrije natuur zijn salamanders die in mediterrane gebieden leven (zoals *Pleurodeles waltl*) in de zomer vaak inactief. Ze verstopten zich op het land ergens in een holletje en wachten daar tot er koelere tijden aanbreken. Ze eten niet, maar verplaatsen zich ook niet. Als de salamanders in een gezonde toestand aan deze zomerrust (aestivatie) beginnen, overleven ze dit makkelijk voor een paar maanden. In gevangenschap is dit ook mogelijk. Mijn Dwergmarmersalamanders (*Triturus pygmaeus*) verlieten eind mei het water en kregen in de zomermaanden geen voedsel; ze vertoonden geen activiteit. Mijn Lykische Landsalamanders (*Mertensiella luschani*) houden ook duidelijk een zomerrust. Ze zitten in hun holletjes en blijven daar een paar maanden zonder zich te verplaatsen. Het enige wat ik moet doen is zorgen dat ze niet uitdrogen. Na de hitteperiode heb ik de dieren gecontroleerd. Ze waren wel iets vermagerd maar nog steeds in een goede conditie.

Minder voedsel geven is om twee redenen belangrijk. Enerzijds omdat de salamanders zelf vaak minder willen eten. Ten tweede omdat voedseldieren zelf snel sterven (denk aan rode muggenlarven, wormen of maden in het water) en dan gaan rotten; de waterkwaliteit gaat door de hogere temperaturen versneld achteruit. Dit kan weer zijn effect hebben op de salamanders. Door het

rotten van voedsel gaat o.a. het zuurstofgehalte in het water omlaag waardoor bepaalde ziekteverwekkende bacteriën en schimmels zich sneller ontwikkelen. Als er dan een salamander sterft en niet snel ontdekt wordt heb je de kans dat binnen een dag de rest ook het loodje heeft gelegd.

Land of water

In een aquarium kunnen temperatuurstijgingen eerder voor problemen zorgen dan in een terrarium. De waterkwaliteit kan immers snel omslaan. Het kan dus voordelen hebben om in de zomer de dieren een zomerrust te geven. Frank Pasmans gaf aan dat hij bij sommige soorten dit bewust heeft ingezet om het natuurlijke ritme te benaderen. Wellicht is dat erg gunstig. Veel mensen houden echter hun watersalamanders meerjarig in het water (wat ook in de natuur voorkomt). Dit betekent dat die dieren meer risico lopen bij hogere temperaturen. Vaker water verversen kan dan zeker helpen.



Dode Italiaanse Kamsalamander, *Triturus carnifex*.

Foto: Arjan de Vries

Veranderingen

Bij de *Triturus* in het aquaterrarium zijn het waarschijnlijk (want het blijft gokken) de veranderde omstandigheden die voor de sterfte tijdens de hittegolf hebben gezorgd. De dieren (zowel *T. marmoratus* als *T. carnifex*) zijn nadat ze half juli in een nieuwe bak zijn gezet bijna allemaal meteen op land gekropen. Sommige grote vrouwtjes van *T. carnifex* werden zeer schrikachtig. Kennelijk heeft deze verandering van behuizing voor veel stress gezorgd. Na een paar dagen zijn enkele dieren weer het water ingegaan. Ze waren daar zeer passief, een exemplaar dat ik tenslotte uit het water haalde voor het echt afliep, leefde nog een dag en stierf op het land. Het wa-

ren de dikste vrouwtjes die gestorven zijn. Het leek alsof ze niet konden vervellen in het water en dood gingen in hun oude vel. Ook hadden ze bloederige plekken op het lijf. De dieren hebben kennelijk iets onder de leden gehad. Doordat ze even bij elkaar gezeten hebben, hebben ze elkaar aangestoken. Het warme weer heeft slechts de genadeklap toegediend.



Salamandrella keyserlingii. De salamander met het grootste verspreidingsgebied van alle salamanders en tevens een enorme tolerantie voor extreme temperaturen.

Foto: S. Bogaerts

SAMENVATTING

Gedurende de heetste zomer in Nederland sinds tijden (zomer 2003) is een kort onderzoek gedaan naar de temperaturomstandigheden van enkele soorten salamanders in terraria bij leden van de Salamandervereniging. Er waren op dat moment twee weken lang tropische temperaturen geweest. Twaalf leden stuurden mij hun gegevens toe. De resultaten en een discussie over de rol van de temperatuur in het leven van een salamander zijn beschreven in dit artikel. De verhoogde temperatuur met waarden van gemiddeld 25 tot 30°C leidde nauwelijks tot sterfte of ziektes.

DANKWOORD

Met dank aan: Ad Bouwman, Erwin Bakker, Jos Fontaine, Max Sparreboom, Harry Drensens, Pamela van Drie, Siep Visser, Hans Huysmans, Arjan de Vries, Marc Stenssen en Frank Pasmans. Ik dank Piet Mantel voor de constructieve opmerkingen die dit artikel aanmerkelijk hebben verbeterd. Henk Walays leverde me op het laatste moment nog zeer waardevolle aanvullingen.

LITERATUUR

- ANDERSON, J.D., 1968. Thermal histories of two populations of *Ambystoma macrodactylum*. Herpetol. 24: 29-35.
- BOGAERTS, S., 1996. Zur aquatischen Aufzucht und Temperaturtoleranz von *Neurergus crocatus* (Larven und Jungtiere). Urodela Info 9: 20-21.
- DEGANI, G., 1982. Temperature tolerance in three populations of salamanders, *Salamandra salamandra* (L.). Brit. J. Herpetol. 6: 186-187.
- DEGANI, G., 1996. *Salamandra salamandra* at the southern limit of its distribution. Kazrin, Jeruzalem.
- GRIFFITHS, R.A., 1996. Newts and salamanders of Europe. Poyser Natural History, Londen.
- GRÖSSE, W.R., 1994. Molche und Salamander. Urania Ratgeber Terrarium, Urania-Verlag, Leipzig-Jena-Berlin.
- KUZMIN, S.L., 1995. Die Amphibien Rußlands und angrenzender Gebiete. Neue Brehm Bücherei 627. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- LOFTS, B. (red.), 1974. Physiology of the amphibia, vol. 2. Academic Press, New York.
- RIMPP, K., 1985. Salamander und Molche: Schwanzlurche im Terrarium. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- STEBBIN, R.C. & N.W. COHEN, 1995. A natural history of amphibians. Princeton University Press, New Jersey.
- VEITH, M. & S. STEINFARTZ, 2004. When non-monophyly results in taxonomic consequences - the case of *Mertensiella* within the Salamandridae (Amphibia: Urodela). Salamandra 40: 67-80.
- WERNER, J.K., 1969. Temperature-photoperiod effects on spermatogenesis in the salamander, *Plethodon cinereus*. Copeia 1969: 592-602.