RANA	Heft 10	18 – 29	Rangsdorf 2009

Beeinträchtigungen von Amphibien durch Düngemittel – ein Überblick

Urte Lenuweit

1 Einleitung

Auslöser der vorliegenden Literaturauswertung war der Fund zahlreicher offensichtlich durch Düngemittel verätzter beziehungsweise getöteter Amphibien an einem Amphibienzaun in Bayreuth im Frühjahr 2002. Über den Düngemitteleinsatz als Gefährdungsursache für (wandernde) Amphibien waren in der gängigen Literatur (z.B. Günther 1996, Nöllert & Nöllert 1992) wenn überhaupt nur wenig konkrete Angaben zu finden. Daher wurde über den Newsletter der Internetseite www.amphibienschutz.de eine Umfrage nach eigenen Beobachtungen und Literaturquellen gestartet. Hierauf gab es eine breite Resonanz und eine Vielzahl interessanter Beobachtungsmeldungen. Allen Mitwirkenden sei hiermit ausdrücklich gedankt.

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der eigenen vertieften Literaturrecherche (aktualisiert 10/2008) und die Hinweise und Beobachtungen der oben genannten Amphibienkundler in komprimierter Form aufbereitet und vorgestellt.

Die Beobachtungen zu diesem Themenfeld sollten in Zukunft fortgesetzt werden. So sollte der eingesetzte Dünger qualitativ und quantitativ genau ermittelt werden. Auch die Witterungsverhältnisse vor und nach Düngereinsatz und der Zustand der betroffenen Arten sollten detaillierter als bisher erfasst werden.

Es ist zu hoffen, dass durch die breitere Kenntnis der Problematik eine Verbesserung der Schutzmaßnahmen möglich wird.

2 Empfindlichkeit von Amphibien gegenüber Düngemitteln

Dass Düngemittel als Granulat eine direkte schädigende Wirkung auf Amphibien haben, ist bereits vielfach beobachtet worden (Gharadjedaghi et al. 1987; Karworth 1987; Baker & Waights 1993; Wolf 1993; Oldham et al. 1997; Schneeweiss & Schneeweiss 1997, 1999; Dürr et al. 1999; Marco et al. 2001; Gharadjedaghi 2002; Berger schr. Mitt. 2002; Weise schr. Mitt. 2002; Meitzner schr. Mitt. 2002; Fog schr. Mitt. 2002). Zudem ist die schädigende Wirkung von gelösten Stickstoffeinträgen verschiedener Herkunft in Laichgewässern nachgewiesen worden (Hecnar 1995; Xu & Oldham 1997; Marco et al. 1999; Schuytema & Nebeker 1999a, 1999b, 1999c; Nebeker & Schuytema 2000; De Solla et al. 2002; Sullivan & Spence 2003; Ortiz et al. 2004; Griffis-Kyle 2005; Guillette & Edwards 2005; Edwards et al. 2006; Ortiz-Santaliestra et al. 2006; Orton et al. 2006; Burgett et al. 2007; Griffis-Kyle & Ritchie 2007; Johnson et al. 2007; Krishnamurthy et al. 2008; Shinn et al. 2008).

Die einzelnen Arten von Urodelen und Anuren sind keineswegs alle gleichermaßen emp-

findlich gegenüber Düngemitteln. Unterschiedlich starke Beeinträchtigungen wurden zuerst für einige amerikanische, australische und afrikanische Arten nachgewiesen (Hecnar 1995, Schuytema & Nebeker 1999c, Marco et al. 1999, Hatch et al. 2001, Marco et al. 2001, Hamer et al. 2004). In darauf folgenden Studien konnte auch eine von Art zu Art deutlich unterschiedliche Empfindlichkeit für weitere, auch viele europäische Amphibien-Arten gezeigt werden (Ortiz et al. 2004, Ortiz-Santaliestra et al. 2006, Griffis-Kyle & Ritchie 2007, Krishnamurthy et al. 2008, Shinn et al. 2008). Indem einige Arten nach der Eutrophierung ihrer Gewässer früher verschwinden als andere, können erhöhte Nitratgehalte in den Laichgewässern sekundär auch die Artenzusammensetzung der Amphibien eines Gewässers verändern (Griffis-Kyle & Ritchie 2007).

Johansson et al. (2001) beschrieben Unterschiede der Nitrat-Empfindlichkeit zwischen unterschiedlichen Populationen von Grasfröschen (*Rana temporaria*). Ähnliche Beobachtungen sind auch für küstennahe sowie Hochlagen bewohnende Populationen des Iberischen Wasserfrosches (*Rana perezi*) (Shinn et al. 2008) und für verschiedene *Bufo americanus*-Populationen (Hecnar 1995) dokumentiert worden.

Darüber hinaus werden auch Embryonen und Larven einer Art in verschiedenen Altersstadien unterschiedlich stark beeinträchtigt. Vor allem Embryonen (Griffis-Kyle 2005), aber auch jüngere Larvenstadien (Nebeker & Schuytema 2000, Watt & Jarvis 1997, Ortiz-Santaliestra et al. 2006) haben sich bei einigen Amphibienarten als empfindlicher erwiesen. Im Gegensatz dazu fand man, dass Kreuzkröten (*Bufo calamita*) auf Ammonium-Nitrat in späteren Larvenstadien (Gosner 21-Stadium) empfindlicher reagieren als in früheren (Ortiz-Santaliestra et al. 2006). Es spielt also eine Rolle, zu welchem Zeitpunkt ihrer Entwicklung die Tiere den Einflüssen von Düngern ausgesetzt sind.

Auch ein Wirkungsunterschied bedingt durch die unterschiedliche chemisch/biochemische Zusammensetzung des Wassers, in dem sich Kaulquappen zum Zeitpunkt der Kontamination befinden, wurde schon beschrieben (Edwards et al. 2006).

Insgesamt wurde bisher bei folgenden europäischen Amphibien-Arten eine Empfindlichkeit gegenüber Düngemitteln beobachtet (A = Schädigung von Adulti; K = Schädigung von Kaulquappen; E = Schädigung von Embryonen festgestellt):

- Rotbauchunke (*Bombina bombina*) (A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997; Dürr et al. 1999)
- Erdkröte (*Bufo bufo*) (A, K, E: Ortiz et al. 2004; Xu & Oldham 1997; Karworth 1987; Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997; Wolf 1993; Baker & Waights 1993)
- Kreuzkröte (*Bufo calamita*) (K: Ortiz et al. 2004, Ortiz-Santaliestra et al. 2006)
- Wechselkröte (*Bufo viridis*) (A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997; Dürr et al. 1999)
- Laubfrosch (*Hyla arborea*) (K, E: Ortiz et al. 2004)
- Iberischer Scheibenzüngler (*Discoglossus galganoi*) (K, E: Ortiz et al. 2004, Ortiz-Santaliestra et al. 2006)
- Messerfuß (*Pelobates cultripes*) (K: Ortiz et al. 2004, Ortiz-Santaliestra et al. 2006)
- Knoblauchkröte (*Pelobates fuscus*) (A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997; Dürr et al. 1999)
- Moorfrosch (*Rana arvalis*) (A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997; Dürr et al. 1999)

- Springfrosch (*Rana dalmatina*) [Fog (schriftl. Mitt. 2002) über die Diplomarbeiten von Michael Nielsen und Henrik Schousboe]
- Teichfrosch (*Rana* kl. *esculenta*) (K: Berger 1989, A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997)
- Kleiner Wasserfrosch (*Rana lessonae*) (K: Berger 1989)
- Seefrosch (*Rana ridibunda*) (K: Berger 1989)
- Grasfrosch (*Rana temporaria*) (A: Oldham et al. 1997)
- Kammmolch (*Triturus cristatus*) (A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997). Nach Angaben von Fog (schriftl. Mitt. 2002) existiert in Dänemark ein Dokumentarfilm, der die tödliche Wirkung eines auf einem Feld aufgebrachten Düngergranulates auf einen darüber laufenden und sich kontaminierenden Kammmolch (*Triturus cristatus*) darstellt.
- Teichmolch (*Triturus vulgaris*) (A: Schneeweiss & Schneeweiss 1999, 1997; K: Watt & Oldham 1995)

Die Beeinträchtigungen von Amphibien durch Düngemittel gelten nicht nur als Grund für das Aussterben von lokalen Populationen (Berger 1989; Oldham et al. 1997; Schneeweiss & Schneeweiss 1997, 1999; Dürr et al. 1999; De Solla et al. 2001), sondern auch als einer von vielen Faktoren, die für den weltweiten Artenrückgang beziehungsweise für das Amphibiensterben verantwortlich sind (Hecnar 1995, Rousse et al. 1999, Mattoon 2000, Debjani 2002, Collins & Storfer 2003, Blaustein et al. 2003, Guillette & Edwards 2005, Orton et al. 2006, Boone et al. 2007, Macias et al. 2007, Krishnamurthy et al. 2008).
Die Empfindlichkeiten von Amphibien gegenüber Nitrit und Nitrat liegen unter den für Trinkwasser zugelassenen Höchstwerten*, sind teilweise stärker ausgeprägt als bei vielen Fischen (Hecnar 1995, Marco et al. 1999) und können zudem durch weitere Faktoren wie UV-B-Strahlung und pH-Wert-Schwankungen verstärkt werden (Hatch & Blaustein 2000). Macias et al. (2007) fanden beispielsweise in ihren Versuchen, dass UV-B-Strahlung und Düngerkontamination im Zusammenwirken siebenfach tödlicher auf die Erdkröte wirken als einer der Faktoren allein. Die Kombination des Insektizids Carbaryl mit Ammonium Nitrat hat im Gegensatz zur getrennten Verabreichung, trotz des durch die Zugaben verstärkten Algenwachstums, negative Effekte auf Wachstum und Entwicklung von *Rana clamitans*-Kaulquappen gezeigt (Boone et al. 2005). Auch die Kombination von Dünger und Fraßfeinden hat einen stärkeren negativen Effekt, als der Faktor Fraßfeinde allein (Boone et al. 2007).

3 Auswirkungen von Nitrit und Nitrat auf Amphibien

Bei adulten Amphibien, die mit Düngergranulaten in Kontakt kamen sind Verätzungen, Einschmelzen von Gliedmaßen und Krämpfe bis zur Todesfolge beobachtet worden. Die Tiere machen oft einen ausgetrockneten Eindruck (eigene Beobachtungen; Karwoth 1987; Wolf 1993; Schneeweiss & Schneeweiss 1997, 1999; Berger, schriftl. Mitt 2002; Fog, schriftl. Mitt 2002; Weise schriftl. Mitt 2002).
Wurde Amphibienlaich, beziehungsweise Embryonen mit gelösten Düngern im Wasser kontaminiert, kam es in Versuchen mit einigen Amphibien-Arten zum Absterben der Em-

*in Deutschland laut EU-Verordnung Nr.466/2001 50 mg NO_3 / l und bis 90 mg / l für befristete Zeiträume; in den USA 44 mg NO_3 / l bzw. 10 mg / l NO_3-N

bryonen, zu geringeren Schlupferfolgen, zu Verschiebungen des Schlupfzeitpunktes oder zu vermehrten Deformationen bei den Kaulquappen (Griffis-Kyle 2005, Griffis-Kyle & Ritchie 2007).

Wederkinch (1988) beobachtete in seinem Untersuchungsgebiet in Dänemark, dass in den stärker eutrophierten Gewässern eine geringere Anzahl *Rana dalmatina*-Laichballen festgestellt werden konnten, als in den weniger eutrophierten. Ein Meidungsverhalten von Fröschen gegenüber verschiedenen Stickstoffanreicherungen im Wasser konnte in Laborversuchen hingegen bisher nicht festgestellt werden (Egea-Serrano et al. 2008).

Bei Kaulquappen, die mit bestimmten zugeführten Stickstofflösungen im Wasser konfrontiert wurden, zeigten sich eine Abnahme der Nahrungsaufnahme, Veränderungen der Gewichtszunahme, verlängerte beziehungsweise fehlerhafte Metamorphosen, unkoordinierte Schwimmbewegungen, Abnahme der Fluchtmotivationen, Paralysen, Deformierungen an Kopf und Extremitäten, Ödeme, Deformationen sowie Fehlfunktionen des Verdauungstraktes, Atmungsveränderungen, Verkrümmungen der Kaulquappenschwänze, Pigmentstörungen sowie letztendlich erhöhte Mortalitätsraten (Baker & Waights 1993, 1994; Watt & Oldham 1995; Hecnar 1995; Xu & Oldham 1997; Watt & Jarvis 1997; Schuytema & Nebeker 1999a,1999b, 1999c; Marco et al. 1999; Sullivan & Spence 2003; Ortiz et al. 2004; Griffis-Kyle 2005; Edwards et al. 2006; Ortiz-Santaliestra et al. 2006; Burgett et al. 2007; Griffis-Kyle & Ritchie 2007; Krishnamurthy et al. 2008).

Diese Beeinträchtigungen werden auf Störungen des Nervensystems, Zerstörung der Darmflora, Hämoglobin-Oxidation (Methämoglobinämie), gestörte Osmoregulation sowie auf eine Bildung von karzinogenen und nephrotoxischen Nitrosaminen im sauren Darmmilieu zurückgeführt (Huey & Beitinger 1980a, 1980b; Hecnar 1995; Xu & Oldham 1997; Marco et al. 1999; DeSolla et al. 2002; Loumbourdis 2003). Die in ihrer Wirkung vergleichsweise harmloseren Nitrate können nicht nur durch die bakterielle Boden- und Wasserflora, sondern auch noch im Darmtrakt zu wesentlich toxischerem Nitrit reduziert werden, das sofort ins Blut aufgenommen wird (Marco et al. 1999, Marco & Blaustein 1999).

Neuere Untersuchungen belegen weitere tiefgreifende Beeinträchtigungen von Amphibien durch Düngemittel. So bewirkten Nitrate eine schnellere Reifung der Gonaden von juvenilen Fröschen. Nitrate in Kombination mit Atrazin veränderten zudem das Geschlechterverhältnis zugunsten von weiblichen Fröschen (Orton et al. 2006).

Guillette & Edwards (2005) haben gezeigt, auf welche Weise Nitrate unter anderem in der Lage sind auf die Hormonsynthese vieler Vertebraten einzuwirken und somit auch Störungen der Metamophose bei Amphibien zu verursachen.

Dünger wie Ammonium-Nitrat wirken nicht nur rein toxisch auf Amphibien, sondern können auch zu Verhaltensänderungen wie Aktivitätsabnahme der Kaulquappen führen (Burgett et al. 2007). Die Auswirkungen der Verhaltensänderungen sind abhängig von der jeweiligen Umgebung der Kaulquappen.

Johnson et al. (2007) beschrieben den Wirkungsablauf nach der Eutrophierung von Amphibiengewässern, der für das Auftreten von großen Mengen durch Parasiten deformierter Amphibien in einem Gewässer verantwortlich ist, auf der Grundlage von Freilandexperimenten: Erhöhte Nitrat- und Phosphorgehalte bewirkten vermehrtes Algenwachstum. Dieses wiederum führte zu einer exponentiellen Entwicklung von Wasserschnecken, Wirten des Trematoden *Ribeiroia andatrae*, und dienten somit der rapiden Vermehrung des Parasiten.

Durch die Erhöhung der Parasitenzahl im Wasser erhöhte sich auch die Zahl der befallenen Amphibien. Außerdem kam es zu einer vermehrten Verbreitung des Parasiten durch Vögel, da diese die deformierten Amphibien leichter erbeuten können.

4 Stickstoffdünger und Amphibienwanderung

Bezüglich der Auswirkungen durch das Ausbringen von Stickstoffdüngergranulaten auf Flächen während der Amphibienwanderungen existieren folgende Erkenntnisse:
Die Zusammensetzung der einzelnen Düngerprodukte ist sehr unterschiedlich und oft dem Anwender nicht hinreichend bekannt. Auch das Auflösungsverhalten der Präparate ist sehr unterschiedlich und wird zudem je nach Witterung stark beeinflusst. Bei feuchter Witterung findet die Auflösung in relativ kurzer Zeit statt, bei trockenem Wetter kann sich das Granulat über Wochen halten. Das größte Verätzungspotential haben stark hygroskopische (sich schnell auflösende) Düngergranulate, wenn sie bei regnerischem Wetter während der Amphibienwanderung ausgebracht werden. Andererseits ist deren Toxizitätsdauer kurz und das Auflösungsverhalten kann sich daher auch als vergleichsweise vorteilhaft erweisen, vor allem wenn die Applikation außerhalb der Amphibienwanderungen durchgeführt wird. Sichtbares Düngergranulat ist letztlich noch keine unmittelbare Bedrohung für Amphibien (Schneeweiss & Schneeweiss 1997, Dürr et al. 1999, Oldham et al. 1997).
Der sicherste Weg zur Verhinderung düngerbedingter Amphibienschädigungen, ist die dauerhafte oder zumindest auf die Amphibienwanderungsphase abgestimmte Verringerung oder Vermeidung der Düngung auf gewässerreichen und gewässernahen Flächen, der Einsatz von weniger ätzenden Düngern (AHL, Plantocote, organische Dünger) sowie eine Absprache mit den örtlichen Naturschutzverbänden (Karworth 1987; Schneeweiss & Schneeweiss 1997, 1999). Dürr et al. 1999 nehmen zudem eine Einteilung von „amphibiengefährdenden“ und „amphibienschonenden“ Fruchtarten vor.

Untersuchungen zur Wirkung einzelner Dünger oder Düngerkomponenten

Im den nachfolgenden Tabellen werden Angaben über die nachgewiesenen beeinträchtigenden Wirkungen verschiedener Granulatdünger und Dünger- oder Stickstofflösungen auf Amphibien zusammengestellt.

Granulat	Wirkung	bei Art	Autoren	weitere Untersuchungen
Kalkammonsalpeter (KAS) Ammoniumnitrat und Calciumkarbonat ($NH_4NO_3 + CaCO_3$) oder Dolomit	Verätzungen bei Amphibien bei 80 kg/ha	*Triturus cristatus, T. vulgaris, Bombina bombina, Pelobates fuscus, Bufo viridis, Rana arvalis, R.* kl *esculenta,*	Schneeweiss & Schneeweiss 1997, Dürr et al. 1999	Karwoth 1987

Granulat	Wirkung	bei Art	Autoren	weitere Untersuchungen
K-P-Dünger (50 kg/ha Kali, 100 kg/ha Phosphat)	Verätzungen bei Amphibien	*Triturus cristatus, T. vulgaris, Bombina bombina, Pelobates fuscus, Bufo viridis, Rana arvalis, R.* kl *esculenta,*	Schneeweiss & Schneeweiss 1997	
Ammoniun-Nitrat-Granulat	Vergiftungs-erscheinungen bei 3,6 g/m² auf lösungsgetränktem Papier; 6,9 g/m² auf getränkter Erde	*Rana temporaria*-Männchen	Oldham et al. 1997	
Harnstoff	ab 50 kg/ha	adulte von *Bufo boreas, Rana cascadae*	Hatch et al 2001	Marco et al. 2001

Tab. 1: *Geringste Konzentration von Stickstoff-Düngergranulaten oder Granulat-Lösungen, die beeinträchtigende Wirkungen auf Amphibien zeigen.*

Lösung von	Summenformel	Wirkung ab mg (NH_4-N/NO_3-N)	Wirkung auf	Autoren	weitere Untersuchungen
Ammonium-Nitrat	NH_4NO_3	10 bzw. 6,9 mg/l	*Pseudacris regilla, Rana pipiens, Xenopus laevis*-Embryonen	Hecnar 1995, Schuytema & Nebeker 1999b	Berger 1989; Baker & Weights 1993; Watt & Oldham 1995; Xu & Oldham 1997; Schuytema & Nebeker 1999a, 1999c; Sullivan & Spence 2003; Hamer et al. 2004; Burgett et al. 2007; Ortiz et al. 2004; Ortiz-Santaliestra et al. 2006
Kaliumnitrat	KNO_3	12,5 mg/l	Larven von *Rana pretitiosa, Ambystoma gracile*	Marco et al. 1999	

Lösung von	Summenformel	Wirkung ab mg (NH_4-N/NO_3-N)	Wirkung auf	Autoren	weitere Untersuchungen
Ammonium-Chlorid	NH_3Cl	12,8 mg/l	*Pseudacris regilla, Xenopus laevis*-Embryonen	Schuytema & Nebeker 1999b	Schuytema & Nebeker 1999a
Ammonium-Sulfat	NH_4SO_4	11,7 mg/l	*Pseudacris regilla, Xenopus laevis*-Embryonen	Schuytema & Nebeker 1999b	Schuytema & Nebeker 1999a, 1999c; Nebeker & Schuytema 2000
Sodium-Nitrat	$NaNO_3$	40 ppm, 0,44 bis 1,75 mg/l	Kaulquappen von *Bufo bufo, Rana pretitiosa, Bufo boreas, Ambystoma gracile* und *Hyla regilla; Nyctibatrachus major* und *Fejervarya limnocharis, Rana perezi*	Baker & Waights 1993, Marco et al. 1999, Krishnamurthy et al. 2008, Shinn et al. 2008	Baker & Waights 1994; Schuytema & Nebeker 1999a, 1999b,1999c; Edwards et al. 2006
Harnstoff	CH_4N_2O	6.000 mg/l	*Pseudacris regilla, Xenopus laevis, Rana aurora*-Embryonen und -Kaulquappen	Schuytema & Nebeker 1999a	

Tab. 2: *Geringste Konzentrationen verschiedener Stickstoff-Lösungen, die Wirkungen auf Amphibien zeigen.*

5 Zusammenstellung von unveröffentlichten Beobachtungen und Hinweisen

An dieser Stelle werden die besonders aufschlussreichen Antworten der Empfänger der newsletter von www.amphibienschutz.de angeführt. Die Beiträge sind stellenweise sinnwahrend gekürzt und weitgehend wörtlich übernommen.

Gert Berger, 15. April 2002: Die Düngemittel sind sehr unterschiedlich in ihrer Wirkung. Sie lösen sich unterschiedlich schnell auf; die Auflösung ist zudem abhängig von der Feuchte der obersten Bodenschichten. Die stark hygroskopisch wirkenden Produkte sind einerseits sicherlich die verätzungsintensivsten, andererseits lösen sie sich auch am schnellsten auf bzw. lassen in ihrer toxischen Wirkung nach. Das reine Sehen der Kugeln auf dem Feld läßt noch nicht auf deren aktuelle Toxizität schließen! Nach eigenen Beobachtungen von Herrn Berger wird vor allem am frühen Morgen (Taubildung) eine Wasseranreicherung der Körner mit klassischem Trockenheitsring sichtbar. Die Wiederaustrocknung kann vielleicht mit einer Erhöhung der Toxizität kombiniert sein.

Dr. R. Weise, 2. + 5. April 2002: Alle Erdkröten und 80% der Teichmolche wurden tot in Fangeimern entlang eines Fangzaunes gefunden, nachdem in der Woche zuvor auf dem angrenzenden Feld Stickstoffdünger ausgebracht worden war. Die Tiere machten optisch einen mumifizierten, ausgetrockneten Eindruck. Zur Zeit der Einwirkung hatte es nicht geregnet und zudem konzentrierte sich der Dünger entlang der Wanderlinie am Fangzaun. Unterschiede der Toleranz verschiedener Anuren oder Urodelen gegenüber dem Dünger waren nach Herrn Dr. Weises Beobachtungen nicht erkennbar. Tiere, die noch geöffnete Augen hatten, ließen sich in einem Wasserbad reanimieren.

H.-J. Clausnitzer, 19. März 2002: Kalkstickstoff ($CaCN_2$) reagiert mit H_2O (Wasser) zu Cyanamid (H_2NCN) und Calciumoxid (CaO). Calciumoxid wirkt ätzend; Cyanamid ist toxisch. Diese chemischen Reaktionen treten nicht sehr lange auf. Die negative Wirkung wird dann akut, wenn nach einer Düngung mit Kalkstickstoff Regen einsetzt und gleichzeitig die Amphibienwanderung einsetzt.

Volker Meitzner, 20. März 2002 (nach einer mündlichen Mitteilung von P. Markgraf): Zählung von 91 toten Tieren nach einer Düngung mit Stickstoff-Granulat. Alle Amphibienarten waren betroffen.

Kaare Fog, Dänemark, über die unveröff. Diplomarbeiten von Jens Amtkjaer, Michael Nielsen und Henrik Schousboe, 20. März 2002: 1980 die vielleicht erste Beobachtung diesbezüglich in Dänemark: Während einer Diplomarbeit von Jens Amtkjaer konnte auf einem Grünlandfeld festgestellt werden, dass die Versuchstiere der Arbeit (*Triturus cristatus*) plötzlich abstarben, nachdem sie eine kurze Strecke über ein mit NPK-Dünger gedüngtes Feld gewandert waren. Andere Versuchstiere, die unter einem Holzbrett verblieben waren und nicht gewandert waren, lebten noch. Es wurde ein Dokumentationsfilm gedreht: Auf einem zwei Tage zuvor mit NPK-Körnern gedüngten Feld wurde ein *Triturus cristatus* veranlasst über die Feldoberfläche zu kriechen. Die Bewegungen des Tieres wurden allmählich langsamer, das Tier wurde merklich geschwächt. Nach einer halben Stunde lief es nicht mehr weiter. Es wurden einige heftige Krämpfe beobachtet, bis der Molch bewegungslos liegen blieb. Das Tier wurde anschließend in einen Eimer mit Wasser gelegt, bewegte sich wieder ein wenig, starb aber direkt danach. Der Film wurde im dänischen Fernsehen gezeigt. 1990 fanden zwei Diplomarbeiten über Amphibien und Düngemittel statt. Michael Nielsen und Henrik Schousboe gelang es nicht im Feld relevante Beobachtungen zu machen, da die Amphibien in jenem Jahr nur bei feuchtem Wetter wanderten, die Bauern aber nur bei trockener Witterung düngten. Es wurden aber auch Laborversuche von den beiden Diplomanden durchgeführt, bei denen die Amphibien über einen Boden wandern mußten, auf dem NPK-Körner ausgestreut worden waren. Die Körner blieben an den Tieren kleben, wie es schon bei der Filmaufnahme bei *Triturus cristatus* dokumentiert worden war. Die Versuchstiere wurden immer schwächer, bis nach 15 bis 20 Minuten die Versuche abgebrochen werden mußten, weil die Lähmungen zu stark wurden. Die Amphibien konnten sich jedoch nach und nach wieder regenerieren, wenn man sie in einen Eimer mit Wasser umsetzte. Untersucht wurden hierbei *Bufo bufo*, *Rana temporaria*, *Rana dalmatina*, *Triturus cristatus* und *T. vulgaris*.
Versuche mit KCL-Lösungen an *Bufo bufo*: Die Tiere wurden in Gefäße mit Salzlösungen

gesetzt. 2% KCL hatte keine Wirkung, 5% KCL (0,67 molar) erwies sich als giftig. Nach 12 Minuten Inkubation standen die Tiere kurz vor dem Tod. Die Kalium-Konz. im Blut der Kröten war von 4,4 mmol/L auf 22,5 mmol/L gestiegen. Es handelte sich nicht um einen osmotischen Effekt, denn eine äquimolare Glucose-Lösung hatte keine Wirkung gezeigt. Es wurde die Möglichkeit einer Einwirkung auf das Nervensystem angenommen. Versuche mit $NaNO_3$-Lösungen an *Bufo bufo*: 1%- und 2%ige Lösungen hatten keinen Effekt. Die 5%ige $NaNO_3$-Lösung erwies sich als giftig. Nach 15 Minuten Inkubation war das Tier so gut wie tot. Fotospektrometrie zeigte Änderungen des Hämoglobins, jedoch keine eindeutige Methämoglobin-Bildung. Versuche mit NaNO3-Lösungen bis 5% blieben ohne Effekt. Die direkte Injektion von KCl ins Blut der Versuchstiere ergab die gleichen Effekte wie die KCL-Vergiftungen durch die Körner oder Lösungen. Gleiche Ergebnisse wurden mit *Rana temporaria*, *Rana dalmatina* und *T. cristatus* erzielt.

6 Literatur

a) Untersuchungen/Beobachtungen:

Baker, J. M. R. & V. Waights (1993): The effect of sodium nitrate on the growth and survival of toad tadpoles (*Bufo bufo*) in the laboratory.– Herpetological Journal, 3: 147-148.

Baker, J. M. R. & V. Waights (1994): The effects of nitrate on tadpoles of the Tree Frog (*Litoria caerulea*).– Herpetological Journal, 4: 106-108.

Berger, L. (1989): Disappearance of amphibian larvae in the agricultural landscape.– Ecol Internat Bulletin, 17: 65-73

Boone, M. D., D. S. Raymond, E. E. Little & M. C. Doyle (2007): Multiple stressors in amphibian communities: Effect of chemical contamination, bullfrogs, and fish.– Ecol. Appl. 17(1): 291-301.

Boone, M. D., C. M. Bridges, J. F. Fairchild & E. E. Little (2005): Multiple sublethal chemicals negatively affect tadpoles of the green frog, *Rana clamitans*.– Environ. Toxicol. Chem. 24(5): 1267-1272.

Burgett, A. A., C. D. Wright, G. R. Smith, D. T. Fortune & S. L. Johnson (2007): Impact of Ammonium nitrate on wood frog (*Rana sylvatica*) tadpoles: Effects on survivorship and behavior.– Herpetological Conservation and Biology 2(1): 29-34.

De Solla, S. R., K. E. Pettit, C. A. Bishop, K. M. Cheng & J. E. Elliott (2002): Effects of agricultural runoff on native amphibians in the Lower Fraser River Valley, British Columbia, Canada.– Environmantal Toxicology and Chemistry, 21 (2): 353-360.

Dürr, S., G. Berger & H. Kretschmer (1999): Effekte acker- und pflanzenbaulicher Bewirtschaftung auf Amphibien und Empfehlungen für die Bewirtschaftung in Amphibien-Reproduktionszentren.– RANA, Sonderheft 3, 101-116.

Edwards, T. M., K. A. McCoy, T. Barbeau, M. W. McCiy, J. M. Thro & , L. J. Jr. Guillette (2006): Environmental context determines nitrate toxicity in Southern toad (*Bufo terrestris*) tadpoles.– Aquatic Toxicology 78: 50-58.

Egea-Serrano, A., M. Tejedo & M. Torralva (2008): Analysis of the Avoidance of Nitrogen Fertilizers in the Water Column by Juvenile Iberian Water Frog, *Pelophylax perezi* (Seoane, 1885), in Laboratory Conditions.– Bull. Environ. Contam. Toxicol. 80: 178-183.

Gharadjedaghi, B. (2002): Erfassung der Wanderschwerpunkte von Amphibien entlang der

geplanten Ortsumgehung Aichig der B22n, Fachbeitrag zum LBP.– Unveröff. Gutachten der GFN mbH im Auftrag des Straßenbauamtes Bayreuth.

Gharadjedaghi, B., M. Jürging & B. May (1987): Tongrube Majefsky - Muster einer großen Amphibienrettungsaktion.– LÖLF-Mitteilungen 4: 52-59.

Griffis-Kyle, K.-L. & M. E. Ritchie (2007): Amphibian survival, growth and development in response to mineral nitrogen exposure and predator cues in the field: an experimantal approach.– Oecologia 152(4): 633-642.

Griffis-Kyle, K.-L. (2005): Ontogenic delays in effects of nitrite exposure on tiger salamanders (Ambystoma tigrinum tigrinum) and wood frogs (*Rana sylvatica*).– Environ. Toxicol. Chem. 24(6): 1523-1527.

Guillette, L. J. & T. M. Edwards (2005): Is nitrate an ecologically relevant endocrine disruptor invertebrates?– Integrative and Comparative Biology 45(1). 19-27.

Hamer, A. J., J. A. Makings, S.J. Lane & M.J. Mahony (2004): Amphibian decline and fertilizers used on agricultural land in south-eastern Australia.– Agriculture, Ecosystems & Environment, 102 (3): 299-305.

Hatch, A. C. & A. R. Blaustein (2000): Combined effects of UV-B, nitrate, and low pH reduce the survival and activity level of larval Cascades Frogs (*Rana cascadae*).– Environmental Contamination and Toxicology, 39: 494-499.

Hatch, A. C., L. K. Belden, E. Scheessele & A. R. Blaustein (2001): Juvenile amphibians do not avoid potentially lethal levels of urea on soil substrate.– Environmental Toxicology and Chemistry, 20 (10): 2328-2335.

Hecnar, S. J. (1995): Acute and chronic toxicity of ammonium nitrate fertilizer to amphibians from Southern Ontario.– Environmental Toxicology and Chemistry,14 (12): 2131-2137.

Huey, D. W. & T. L. Beitinger (1980a): Hematological responses of larval *Rana catesbeiana* to sublethal nitrate exposures.– Bull. Environ. Contam. Toxicol., 25: 574-577.

Huey, D. W. & T. L. Beitinger (1980b): Toxicity of nitrite to larvae of the salamander *Ambystoma texanum*.– Bull. Environ. Contam. Toxicol., 25: 909-912.

Johansson, M., K. Rasanen & J. Merila (2001): Comparison of nitrate tolerance between different populations of the common frog, *Rana temporaria*.– Aquatic Toxicology Amsterdam, 54(1-2): 1-14.

Johnson, P. T. J., J. M. Chase, K. L. Dosch, R. B. Hartson, J. A. Gross, D. J. Larson, D. R. Sutherland & S. R. Carpenter (2007): Aquatic eutrophication promotes pathogenic infection in amphibians.– Proc. Natl. Acad. Sci. 104(40) 15781-15786.

Karwoth, W. (1987): Erdkrötenwanderung und Gefahrenquellen unterwegs.– Erfurter Faun. Inf., 71-73.

Krishnamurthy, S. V., D. Meenakumari, H. P. Gurushankara & V. Vasudev (2008): Nitrate-induced morphological anomalies in the tadpoles of *Nyctibatrachus major* and *Fejervarya limnocharis* (Anura: Ranidae).– Turk. J. Zool. 32: 239-244.

Loumbourdis, N. S. (2003): Nephrotoxic effects of lead nitrate in *Rana ridibunda*.– Archieves of Toxicology, 77(9): 527-532

Macias, G., A. Marco & A. R. Blaustein (2007): Combined exposure to ambient UVB radiation and nitrite negatively affects survival of amphibian early life stages.– Sci. Total Environ. 385 (1-3): 55-65.

Marco, A.& A. R. Blaustein (1999): The effects of nitrite on behavior and metamorphosis in Cascades Frogs (*Rana cascadae*).– Environmental Toxicology and Chemistry, 18(5): 946-949.

Marco, A., D. Cash, L. K. Belden & A. R. Blaustein (2001): Sensitivity to urea fertilization in three amphibian species.– Environmental Contamination and Toxicology, 40: 406-409.

Marco, A., C. Quilchano & A. R. Blaustein (1999): Sensitivity to nitrate and nitrite in pond-breeding amphibians from the Pacific Northwest, USA.– Environmental Toxicology and Chemistry, 18 (12): 2836-2839.

Nebeker, A. V. & G. S. Schuytema (2000): Effects of ammonium sulfate on growth of larval Northwestern Salamanders, Red-Legged and Pacific Treefrog Tadpoles and juvenile Fathead Minnows.– Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 64(2): 271-278.

Oldham, R. S., D. M. Latham, D. Hilton-Brown, M. Towns, A. S. Cooke & A. Burn (1997): The effect of ammonium nitrate fertilizer on frog (*Rana temporaria*) survival.– Agriculture, Ecosystems and Environment, 61: 69-74.

Ortiz, M. E., A. Marco, N. Saiz & M. Lizana (2004: Impact of ammonium nitrate on growth and survival of six european amphibians.– Environ. Contamination Toxicology 47 (2): 234-239.

Ortiz-Santaliestra, M. E., A. Marco, M. J. Fernandez & M. Lizana (2006): Influence of developmental stage on sensitivity to ammonium nitrate of aquatic stages of amphibians.– Environ. Toxicol. Chem. 25 (1) 105-111.

Orton, F., J. A. Carr & R. H. Handy (2006): Effects of nitrate and atrazine on larval development and sexual differentation in the northern leopard frog *Rana pipiensis*.– Environ. Toxicol. Chem. 25(1): 65-71.

Schneeweiss, N & U. Schneeweiss (1997): Amphibienverluste infolge mineralischer Düngung auf Agrarflächen.– Salamandra, 33 (1): 1-8.

Schneeweiss, N & U. Schneeweiss (1999): Gefährdung von Amphibien durch mineralische Düngung.– RANA, Sonderheft 3, 59-66.

Schuytema, G. S. & A. V. Nebeker (1999a): Effects of ammonium nitrat, sodium nitrat and urea on Red-Legged frogs, Pacific treefrogs and African clawed frogs.– Bull. Environmental Contamination and Toxicology, 63:357-364.

Schuytema, G. S. & A. V. Nebeker (1999b): Comparative effects of ammonium and nitrate compounds on Pacific treefrog and African clawed frog embryos.– Archieves of environmental contamination and toxicology, 36: 200-206.

Schuytema, G. S. & A. V. Nebeker (1999c): Comparative toxicity of ammonium and nitrate compounds to Pacific treefrog and African clawed frog tadpoles.– Environmental Toxicology and Chemistry, 18 (10): 2251-2257.

Shinn, C., A. Marco & L. Serrana (2008): Inter- and intra-specific variation on sensitivy of larval amphibians to nitrite.– Chemosphere 71 (3): 507-514.

Sullivan, K. B. & K. M. Spence (2003): Effects of sublethal concentration of atrazine and nitrate on metamorphosis of the African clawed frog.– Environmental Toxicology and Chemistry, 22 (3): 627-635.

Watt, P. J. & P. Jarvis (1997): Survival analysis in palmate newts exposed to ammonium nitrate agricultural fertilizer.– Ecotoxicology 6(6): 355-362.

Watt, P. J. & R. S. Oldham (1995): The effect of ammonium nitrate on the feeding and development

of the smooth newt, *Triturus vulgaris* L. and on the behavior of its food source, Daphnia.– Freshwater Biology, 33: 319-324.

WEDERKINCH, E. (1988): Population size, migration barriers, and other features of *Rana dalmatina* populations near Køge, Zealand.– Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica, 64: 101-103.

WOLF, K.-R. (1993): Untersuchungen zur Biologie der Erdkröte (*Bufo bufo* L.) unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Migrationshindernissen auf das Wanderverhalten und die Entwicklung von vier Erdkrötenpopulationen im Stadtgebiet von Osnabrück.– Mellen Univ. Press, 421 S.

XU, Q. & R. S. OLDHAM (1997): Lethal and sublethal effects of nitrogen fertilizer ammonium nitrat on common toad (*Bufo bufo*) tadpoles.– Archives of environmental contamination and toxicology, 32: 298-303.

b) Reviews:

BLAUSTEIN, A. R.,J. M. ROMANSIC, J. M. KIESECKER & A. C. HATCH (2003): Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines.– Diversity and Distributions, 9: 123-140.

COLLINS, J. P. & A. STORFER (2003): Global amphibian declines: sorting the hypotheses.– Diversity and Distribution, 9: 89-98.

DEBJANI, R. (2002): Amphibians as environmental sentinals.– Journal of Biosciences, 27 (3) 187-188.

MATTOON, A. (2000): Amphibia Fading.– World Watch Magazin, July/Aug. 2000 Internetresource.

ROUSE, J. D., C. A. BISHOP & J. STRUGER (1999): Nitrogen pollution: An assessment of its threat to amphibian survival.– Environmental Health Perspect, 107: 799-803.

c) Allgemeine Amphibienliteratur:

GÜNTHER, R. (HRSG:) (1996): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. Fischer, Jena, 825 S.

NÖLLERT, A. & C. NÖLLERT (1992): Die Amphibien Europas. Franckh-Kosmos, 356 S.

Verfasser

Urte Lenuweit
GFN-Umweltplanung
Gharadjedaghi & Mitarbeiter
Richard-Wagner-Str. 15
95444 Bayreuth
E-Mail: u.lenuweit@gfn-umwelt.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: RANA

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Lenuweit Urte

Artikel/Article: Beeinträchtigungen von Amphibien durch Düngemittel - ein Überblick 18-29