

Übersetzung der Arbeit „MAX A. NICKERSON, AMBER L. PITT & MICHELLE D. PRYSBY (2007): The effects of flooding on Hellbender salamander, *Cryptobranchus alleganiensis* DAUDIN, 1803, populations. – Salamandra, Rheinbach, 43(2): 111-117“.

Die Auswirkungen von Hochwasser auf Populationen des Schlammteufels, *Cryptobranchus alleganiensis* DAUDIN, 1803

Zusammenfassung: Das Wissen um die Auswirkungen von Hochwasser auf Salamander ist unzureichend untersucht und – wie man erwarten könnte – auf Einzelbeobachtungen beschränkt. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf Hochwasser in zwei verschiedenen Flüssen und dortigen Populationen des großen aquatischen Salamanders *Cryptobranchus alleganiensis* und deren Lebensräume. Die Auswirkungen von Hochwasser auf *C. alleganiensis*-Populationen im Nordarm (North Fork) des White River (NFWR) im Ozark County, Missouri, USA, wurden durch Wiederfinden von markierten Individuen, Schätzungen der Populationsgröße, Beobachtungen entlang des Baches und Wasserdurchlaufdaten untersucht. Zwischen 1969 und 1980 festgestellte Unterschiede in der benthischen Struktur, dem Relief, der Wassermenge und sichtbare Veränderungen des Lebensraumes im Flussbereich an einem 4,6 km langen Abschnitt werden diskutiert und verglichen. Es gab keine Anzeichen dafür, dass ein massives Hochwasser im Winter 1969 die NFWR-Population von *C. alleganiensis* beeinträchtigte. Unsere Daten belegen die Stabilität einer Schlammteufel-Population in einem großen Riffel zwischen 1970 und 1980 trotz vier erheblicher Hochwasser. Unsere Bestandsaufnahmen und Flussbeobachtungen stützen die Hypothese, dass ein 2003 erfolgtes Hochwasser im Mittelarm (Middle Prong) des Little River (MPLR) im Blount County, Tennessee, USA, den größten Teil der dortigen *C. alleganiensis*-Population ausgelöscht haben könnte. Die Auswirkungen von Hochwasser auf Flussbetten könnten die besten Anhaltspunkte für die Auswirkungen von Hochwasser auf Schlammteufel-Populationen und vielleicht auch andere Salamander liefern.

Schlagwörter: Cryptobranchidae, *Cryptobranchus alleganiensis*, Hochwasser, Great Smoky Mountains National Park International Biosphere.

Einleitung

Die mutmaßlichen Gründe für die Abnahme von Amphibienbeständen sind ausgearbeitet, analysiert und diskutiert worden. Dennoch scheint es, dass die Auswirkungen von natürlich auftretendem Hochwasser bisher unzureichend untersucht sind; sie erscheinen nicht in der ansonsten umfassenden Übersicht von BRADFORD (2005). Tatsächlich gibt es nur wenige Veröffentlichungen, die Hochwasser als Faktor für eine Abnahme von Salamanderpopulationen in Betracht ziehen. GROBMAN (1944) sah häufige Hochwasser als Grund für das Fehlen von *Plethodon glutinosus*-Populationen in der Schwemmebene des Mississippi an. Eine vergleichende Studie in einem bewaldeten Naturschutzgebiet im Süden von Illinois erbrachte 1989 ungefähr 92 % mehr Individuen ambystomatider Salamander und eine weitere Art als nach weitreichenden Hochwasser des Mississippi in den Jahren 1993 und 1995 (BRUNKOW et al. 2000a, b). Hochwasser standen bereits zuvor unter Verdacht, für die Abnahme von aquatischen Salamanderpopulationen, darunter auch des Schlammteufels,

Cryptobranchus alleganiensis, verantwortlich zu sein (DODD 1997). Beweise für die Auswirkungen von Hochwasser auf *C. alleganiensis*-Populationen sind jedoch auf anekdotische Berichte über die Auswirkungen von Aufstaumaßnahmen auf *C. alleganiensis*-Populationen (NICKERSON & MAYS 1973a) sowie zwei Fälle von Totfunden jeweils eines einzelnen Exemplars nach Hochwassern beschränkt (HUMPHRIES 2005, MILLER & MILLER 2005).

Im Rahmen unserer Untersuchungen an *C. alleganiensis* haben wir erhebliche Hochwasser und die Auswirkungen dieser auf Bachläufe beobachtet. Die Planung eines Forschungsvorhabens zur Einschätzung der Effekte eines solchen Vorkommnisses in einem natürlichen Flusslauf, der nicht durch menschliche Maßnahmen kontrolliert wird, erwies sich als undurchführbar, da sich Hochwasser nicht vorhersagen lassen. Trotzdem konnten wir im Laufe mehrerer Jahrzehnte eine erhebliche Menge an Informationen über Schlammteufel und ihre Lebensräume zusammentragen. Dieser Beitrag stellt eine Synthese unserer Daten unter Berücksichtigung weiterer Erkenntnisse aus der

gegenwärtigen Literatur dar.

Wir greifen hier auf zwischen 1969 und 1980 gesammelte Daten zurück, um die Auswirkungen von Hochwasser auf Schlammteufel-Populationen und -lebensräume in einem 4,6 km langen Abschnitt des North Fork des White River (NFWR) im Ozark County, Missouri, USA, zu untersuchen, einem Fluss dritten Grades im White River-Flusssystem. Daten über Schlammteufel-Populationen und ihren Lebensraum aus dem Middle Prong des Little River (MPLR) im Blount County, Tennessee, USA, einem kleinen, in der Great Smoky Mountains National Park International Biosphere (GSMNP-IB) gelegenen Bachlauf ersten Grades, wurden zwischen 2000 und 2003 gesammelt. Die Charaktermerkmale von NFWR und MPLR sind in Abbildung 1 dargestellt.

Material und Methoden

Untersuchungen an *C. alleganiensis* im NFWR mittels Markieren und Wiederfinden im Rahmen von Tauchgängen mit Taucheranzügen erfolgten zwischen 1969-1971 jeweils im späten Frühjahr und Sommer und wurden bis 1980 jährlich weiterverfolgt (NICKERSON & MAYS 1973a, b; NICKERSON et al. 2002). Insgesamt wurden 169 Tage zur Untersuchung des 4,6 km langen Abschnitts des NFWR aufgewendet. Der Aufwand an Tagen pro Jahr war dabei: 1968 = 2, 1969 = 41, 1970 = 54, 1971 = 15, 1972 = 15, 1973 = 7, 1974 = 3, 1975 = 3, 1976 = 2, 1977 = 5, 1978 = 2, 1979 = 3, 1980 = 17, und die Verteilung auf die einzelnen Monate war: Jan. = 1, Feb. = 2, März = 6, April = 10, Mai = 6, Juni = 44, Juli = 41, Aug. = 12, Sept. = 18, Okt. = 21, Nov. = 5 und Dez. = 3. In den Monaten Dezember, Januar und Februar wurde die tägliche Suche verkürzt, und die Untersuchungen im Januar beschränkten sich auf zwei Stunden im Wasser. Die Daten zum Wasserdurchfluss (1944-2007) im NFWR wurden vom United States Geological Survey (USGS) an der stromabwärts von unserem 4,6 km langen Untersuchungsabschnitts gelegenen Messstation ermittelt (USGS 2007a wie im Anhang angeführt). Der NFWR entwässert eine Wasserscheide von 1.453 Quadratkilometern Ausdehnung, und der untersuchte Teilabschnitt weist ein Gefälle von 202 auf 198 m Höhe auf.

Taucheranzüge wurden auch bei den sommerlichen Untersuchungen zwischen 2000 und 2003 im MPLR getragen, einem kleinen Bachlauf ersten Grades im Little River-System (LR), welches seinerseits einen Zufluss dritten Grades im Tennes-

see River-System darstellt. Da der Bach so klein und flach war, wurde er auf dem Grund liegend abgesucht. Wir hielten uns bei der Erfassung der Amphibienpopulationen im GSMNP-IB an das vom USGS/United States Department of the Interior ausgearbeitete Amphibian Monitoring Protocol, demzufolge der Suchaufwand in Mannstunden in ein Verhältnis zur Anzahl der gefundenen Amphibien (Schlammteufel) gesetzt wird. Die untersuchten Stellen im MPLR lagen alle stromabwärts vom Eingang zum Great Smoky Mountains Institute - Tremont (GSMT-T). Das gesamte vom LR, einschließlich des MPLR, oberhalb von Townsend, Tennessee, entwässerte Gebiet umfasst lediglich 275 Quadratkilometer. Die Wasserdurchfluss-Messstation des LR-USGS liegt etwa 400 m unterhalb des Zusammenflusses mit dem West Prong des Little River (WPLR) (USGS 2005 wie im Anhang angeführt). An beiden Untersuchungsorten wurden Schlammteufel standardmäßig durch das Hochheben (ohne Drehen) von Steinen aufgespürt.

Ergebnisse und Diskussion North Fork des White River

Die Fluss- und Uferbiotope innerhalb des 4,6 km langen Abschnitts des NFWR blieben zwischen 1969 und 1980 relativ unverändert. Der Fluss blieb in seinem Bett, und die Lage von Riffeln (Bachabschnitte mit kiesigem Grund) mit Feinkies, Grobkies, verstreuten Steinen und herausragenden Felsen veränderte sich kaum. Drei Ausnahmen von der Stabilität der Fluss- und Uferbiotope bestanden in einer Uferbereinigung unweit eines Riffels etwa 1,5 km flussabwärts vom Anfang des 4,6 km langen Untersuchungsabschnitts für eine neue „Canoe Ranch“, dem Bau einer Bootsrampe und eines Toilettenblocks seitens des Missouri Department of Conservation (MDC) nahe eines großen Riffels ungefähr 200 m flussabwärts vom Anfang des 4,6 km langen Untersuchungsabschnitts und dem Verlust eines Kessels, der durch einen umgefallenen Bergahorn entstanden war. Schwemmsand von der Anlage der „Canoe Ranch“ füllte die Zwischenräume im Kiesbett des angrenzenden Riffels, wie sich anhand der räumlichen und zeitlichen Abfolge von Baumaßnahmen und Versandung erkennen ließ (NICKERSON & MAYS 1973b). Diese Zwischenräume sind jedoch eine Grundvoraussetzung für das Bestehen von Wirbellosen-Populationen, die vielen Wirbeltieren, darunter auch larvalen und adulten *C. alle-*

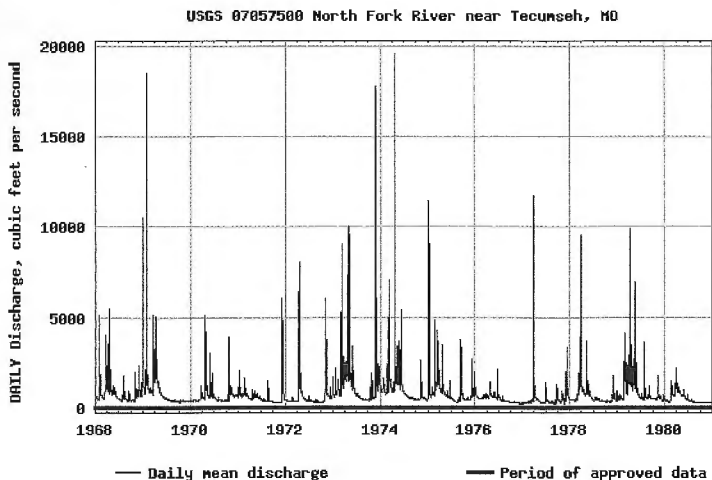


Abb. 1. Tägliche Durchflussmengen des North Fork des White River nahe Tecumseh, MO, USA, zwischen dem 1. Januar 1968 und dem 31. Dezember 1980 (Quelle: USGS 2007b, siehe Anhang für den Weblink).

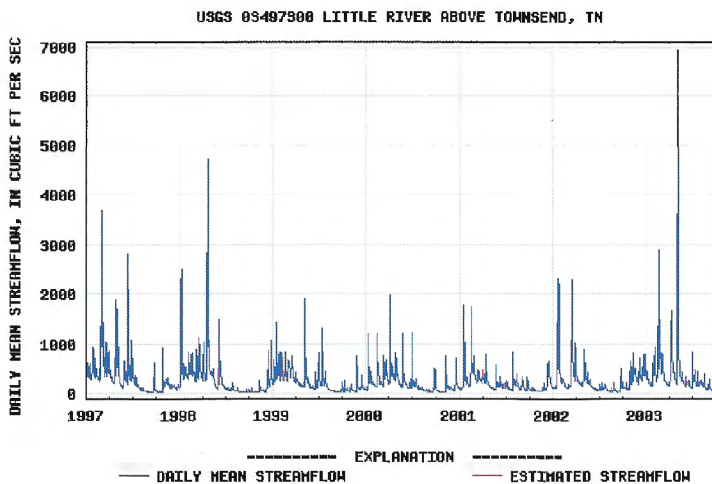


Abb. 2. Tägliche Durchflussmengen des Little River oberhalb von Townsend, TN, USA, zwischen dem 1. Januar 1997 und dem 1. Oktober 2003 (Quelle: USGS 2005, siehe Anhang für den Weblink).

ganiensis als Nahrungsgrundlage dienen (COOPER 1975, NICKERSON et al. 2003, PITT & NICKERSON 2006). Die Konstruktion des MDC verursachte eine versandete Wirbelzone unterhalb der Bootsrampe am Ostufer, jedoch schien sich die Versandung anfänglich nicht auf die Zwischenräume im Kiesbett in dem großen, stromabwärts gelegenen Riffel auszuwirken.

Eines der größeren zwischen 1944 und 1969 er-

folgten Hochwasser im NFWR erreichte auf seinem Höhepunkt einen mittleren täglichen Durchfluss von 536,5 Kubikmetern/Sekunde (m^3/s) fünf Monate vor Beginn unserer Markieren/Wiederfinden-Untersuchung im Frühjahr 1969 (Abb. 1) (USGS 2007a, b wie im Anhang angeführt). Während der Markieren/Wiederfinden-Untersuchung im NFWR im späten Frühjahr und Sommer 1969 und 1970 fiel wenig Regen, sodass der mittlere täg-

liche Durchfluss gering war: 9,28 bis 35,38 m³/s im Jahre 1969 bzw. 10,15 bis 37,7 m³/s in 1970 (USGS 2007a, b wie im Anhang angeführt). Irgendwann im Frühjahr 1970 wurde ein riesiger umgefallener Bergahorn (*Planatus occidentalis*), der sich am Anfang des 4,6 km langen Untersuchungsabschnittes befunden hatte, von einem oder mehreren Hochwasser aus dem Untersuchungsbereich hinaus geschwemmt. Bevor unsere Untersuchungen im Spätfrühling/Sommer 1970 begannen, gab es drei Hochwasserspitzen mit mittleren täglichen Durchflussmengen von 147,9, 107,3 bzw. 121,8 m³/s (Abb. 1).

Die Möglichkeit, dass erhebliche Teile einer Schlamnteufel-Population bei einem Hochwasser weggespült, getötet oder ernsthaft verletzt werden, erscheint logisch. Dennoch förderten die Markieren/Wiederfinden-Untersuchungen von 1969 im NFWR Anzeichen für eine sehr große, dichte und gesunde Population von *C. alleganiensis* (428 Individuen/km) zutage, und das gerade fünf Monate nach dem massiven Winter-Hochwasser von 1969 (NICKERSON & MAYS 1973a, b). Wenn eines der kleineren, typischen Hochwasser oder das massive, atypische Hochwasser, die allesamt kurz vor Beginn unserer Untersuchung erfolgten, erhebliche Schäden bei den Individuen angerichtet hätten, hätten entsprechende Verletzungen in Form von häufigeren körperlichen Anomalien erkennbar sein müssen. Trotzdem ergab unsere anfängliche Besammlung lediglich bei 14 von 479 Individuen (2,9 %) sichtbare Anzeichen von Verletzungen, und diese waren abgesehen von einem Tier, dem ein Bein fehlte, allesamt geringfügig. Verletzungsraten von 8 % (WHEELER et al. 2003), 12,5 % (HILLER et al. 2005), 25 % (n = 121) (PFINGSTEN 1990) sowie 25-43 % (MILLER & MILLER 2005) sind für Schlamnteufel-Populationen in anderen Flüssen belegt, sodass eine Verletzungshäufigkeit von 2,9 % gering erscheint. Wenn eine große Anzahl von Schlamnteufeln dem Tumult dieser Hochwasser direkt ausgesetzt gewesen wäre, indem diese unter herumrollenden Steinen hervorgespielt worden wären, sollte man eine weitaus größere Anzahl von schwereren Verletzungen erwarten können. Diese Annahme wird weiterhin dadurch gestützt, dass die Sammlungshäufigkeit von Schlamnteufeln während des gesamten Untersuchungszeitraumes von 1969-1980 konstant bei acht bis zwölf *C. alleganiensis* pro Stunde Suchaufwand lag, ohne durch die vier massiven Hochwasser beeinflusst zu werden, die in diesem Zeitraum stattfanden (USGS 2007b wie im Anhang angeführt). Weiterhin blieben die geschätzten Größen der Schlam-

teufel-Populationen in den einzelnen Riffeln im NFWR im Vergleich zwischen 1970 und 1978 statistisch ähnlich, wie durch Verwendung des Petersen-Lincoln Verfahrens und einer gepoolten Jolly-Analyse festgestellt werden konnte (NICKERSON & MAYS 1973a, PETERSON 1979).

Middle Prong des Little River

Adulte Schlamnteufel sind gewöhnlich im Spätsommer während des jährlichen Ablassens des vom GSMT-T saisonal im MPLR aufgestauten Sees zu beobachten, der sich stromaufwärts von unseren Untersuchungsorten in 2002 und 2003 befindet. Im Jahre 2002 erbrachten acht Mannstunden (Mh) Suchaufwand vier kiementragende *C. alleganiensis*-Larven (jeweils eine pro 2,00 Mh) im MPLR. Ungeachtet des kleinen Stichprobenumfangs sind unserer Erfahrung nach acht Stunden des Suchens bei einem Wasserlauf von der Größe des MPLR ausreichend, um einen Index der Populationsgröße genau genug zu ermitteln. Des Weiteren ist dieser Funderfolg sogar noch besser als jener im Little River im Jahr 2000 (ein *C. alleganiensis*/2,54 Mh), der mit einer versierteren Suchmannschaft durchgeführt worden war (NICKERSON et al. 2002).

Am 26. Mai 2003 erreichte ein „Jahrhundertsturm“ die MPLR-Wasserscheide. Der Regenschirm der Tennessee Valley Authority im GSMT-T mit seinem Messvermögen von 234 mm lief über. Das dadurch im LR verursachte Hochwasser erreichte einen neuen Rekord beim mittleren täglichen Durchfluss von nahezu 203 m³/s an der nahe gelegenen Messstelle des USGS unweit von Townsend, Tennessee (Abb. 3, USGS 2005). In der Nähe des MPLR lebende Anwohner berichteten, dass das Zusammenschlagen durcheinander rollender Felsen den Geräuschpegel von Donnerrollen annahmen.

Nach dem Hochwasser vom 26. Mai folgte der MPLR noch immer seinem ursprünglichen Verlauf, jedoch waren einzelne Abschnitte durch weggespülte oder in ihrer Lage veränderte Gesteinsbrocken oder Felsen, offen gelegtes Untergrundgestein, Schäden an der Ufervegetation und dem Ufer selbst und verstreute Aufspülungen von Kies und Sedimenten einer ausgewaschenen Straße erheblich verändert worden. Das Bachbett sah aus, als wäre es ausgefegt worden. Es ist schwer vorstellbar, dass ein Schlamnteufel einen derartigen Sturzbach ohne ernsthafte Verletzungen oder Tod überstehen könnte oder zumindest nicht in den

Tab. 1. Tabellarische Übersicht der Charakteristika des North Fork des White River, Ozark County (MO) und des Little River, Townsend (TN).

	NFWR	MPLR
Normalwasser-Durchfluss (m ³)	<72,5	<43,50
Durchfluss bei unwesentlichem oder typischem Hochwasser (m ³)	72,5-290	43,5-116
Durchfluss bei starkem Hochwasser (m ³)	>290	>116
Relief (m/km)	1	40
Geologie	Karst	metamorphisch

nahe gelegenen WPLR und vielleicht weiter in den LR gespült worden wäre. Selbst im Falle von markierten Individuen kann man nie sicher sein, bestimmte Exemplare einer Population im nächsten Jahr im gleichen Bereich oder auch überhaupt nur wieder zu finden. Jedoch haben Freilanduntersuchungen gezeigt, dass Schlammteufel in bemerkenswertem Maße standorttreu sind und nur wenig individuelle Bewegung in somit kleinen Territorien zeigen (BALL 2001, COATNEY 1982, HILLIS & BELLIS 1971 HUMPHRIES 1999, 2005, NICKERSON & MAYS 1973a, b, PETERSON & WILKINSON 1996). Unsere Untersuchungsergebnisse aus dem NFWR zeigen, dass sich alle in den Sommern von 1969 und 1970 markierten und später wieder gefundenen Individuen in den gleichen Bereichen aufhielten, in denen sie ursprünglich angetroffen worden waren; der letzte Wiederfund erfolgte am 15. Oktober 1975. Weiterhin erwies sich, dass, wenn Gruppen von Schlammteufeln in einem bestimmten Bereich angetroffen wurden, dieser Bereich in jedem der folgenden Jahre zwischen 1969 und 1980 von einer Gruppe Schlammteufel bewohnt war. Die beschränkten Funde von kiementragenden und unlängst metamorphosierten Larven beinhalteten lediglich zwei kiementragende Larven (13,3 %) außerhalb eines Abschnittes des NFWR von 92 m Länge während der ersten acht Jahre der Untersuchung, was auf eine begrenzte Ausbreitungsfreudigkeit auch der Larven hinweist (NICKERSON et al. 2003). Schlammteufel können sogar aus einem Riffel über einen Zeitraum von vier Monaten entfernt, einem stressträchtigen Umfeld ausgesetzt und dann mit Erfolg im selben Riffel wieder angesiedelt werden (NICKERSON 1980).

Nach dem Hochwasser im Mai 2003 erbrachten 44,6 Mh Suchaufwand im MPLR keinen einzigen *C. alleganiensis*. Allerdings wurde während der Suche in 2003 ein adulter Schlammteufel gegen 15.00 Uhr am 24. August 2003 außerhalb des Wassers auf einem Stein beobachtet (K. FAR-

MER pers. Mitt.). Dieser Schlammteufel hatte das Hochwasser im MPLR entweder überlebt - vielleicht in einem Unterschlupf im aufgestauten Becken stromaufwärts - oder war während der drei Monate nach dem massiven Hochwasser vom 26. Mai zum MPLR zurück gewandert. Wanderungen von bis zu 990 m stromaufwärts innerhalb von elf Tagen sind von Schlammteufeln im NFWR bekannt, wo das Relief weniger als einen Meter pro Kilometer beträgt (NICKERSON & MAYS 1973a). Das Relief im MPLR kann hingegen bis zu 40 m/km betragen, jedoch liegt der Zusammenfluss des MPLR mit dem WPLR weniger als 990 m vom Zusammenfluss des WPLR mit dem LR entfernt. Beide Zusammenflüsse erfolgen in rechten Winkeln und weisen große Becken im direkten Umfeld auf. Diese Kessel könnten den Schlammteufeln als Refugien dienen, nachdem einsetzende Gegenströmungen die Geschwindigkeit reduziert und die Richtung des Wasserlaufs modifiziert haben (siehe Fig. 1 bei NICKERSON et al. 2002). Diese Vermutung wird durch das Auffinden von drei Schlammteufeln innerhalb des Kessels am Zusammenfluss des WPLR mit dem LR während der Suche in 2003 (nach dem Hochwasser) gestützt. Darüber hinaus zeigten vorangegangene Untersuchungen, dass der Abschnitt des LR unmittelbar stromabwärts vom WPLR/LR-Zusammenfluss ein Bereich mit hoher *C. alleganiensis*-Konzentration ist (NICKERSON et al. 2002). Das Histogramm der LR-Population bei NICKERSON et al. (2002, Fig. 2A) weist im Vergleich zu dem für den NFWR (NICKERSON & MAYS 1973a) mehrere fehlende oder verminderte Altersklassen auf, was auf eine geringe bis fehlende Zuwanderungsrate während mancher Jahre hinweisen könnte. Vielleicht könnte ein noch längerer Beobachtungszeitraum klären, warum diese Altersklassen fehlten. Eine Zuwanderung aus Wasserläufen ersten und zweiten Grades könnte für den Erhalt der Populationen in einigen großen Flusssystemen ziemlich bedeutend

sein. Die benthische Struktur kleiner, flacher Bäche ersten Grades, wie dem MPLR, könnte recht anfällig für Hochwasserschäden sein. Wir glauben, dass unsere Daten die Annahme zu stützen vermögen, dass durch das höhere Gefälle (< 40 m/km) im MPLR gesteigerte Turbulenzen den Verlauf von Hochwasser verändern, die dadurch die benthische Struktur dieses Fließgewässers verändern und eine Verminderung der Zuwanderungsrate bei von *C. alleganiensis* zur Folge haben.

Danksagungen

Wir danken den folgenden Personen für ihre unschätzbare Mitarbeit im Feld in Tennessee: D. ROBINSON, der Belegschaft und den freiwilligen Helfern vom Great Smoky Mountains Institute bei Tremont und den Angestellten des Ripley's Aquarium of the Smokies. Weiterhin möchten wir K. VOORHIS und der Belegschaft von Tremont dafür danken, dass sie uns Unterkunft, Verpflegung und Freiwillige für unsere Bemühungen zur Verfügung gestellt haben. K. LANGDON setzte seine großzügige Unterstützung unserer Untersuchungen fort, die mit den wissenschaftlichen Forschungs- und Sammelgenehmigungen (Study # GRSM-0023, Permit # GRSM-00-131; GRSM-00014, GRSM-2001-SCI-0026, GRSM-2003-SCI-0051) des U.S. Department of Interior, National Park Service (Study # GRSM-0023, Permit # GRSM-00-131; GRSM-00014, GRSM-2001-SCI-0026, GRSM-2003-SCI-0051), der University of Florida IACUC (Projekt # A560) und dem Permit # 1201 der Tennessee Wildlife Resources Agency durchgeführt wurden. Finanzierungen erfolgten durch den U.S. Geological Survey (U.S. Department of Interior), den St. Louis Zoological Park und das Reptile and Amphibian Conservation Corps (RACC). Wir danken JOSIAH H. TOWNSEND für seine kritischen Anmerkungen zu diesem Manuskript.

Schriften

- BALL, B.S. (2001): Habitat use and movements of eastern hellbenders, *Cryptobranchus alleganiensis alleganiensis*: A radiotelemetric study. – M.S. Thesis, Appalachian State University, Boone, NC.
- BRADFORD, D.F. (2005): Factors implicated in amphibian population declines in the United States. – S. 915-925 in: LANNOO, M. (Hrsg.): Amphibian declines: the conservation status of United States species. – University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA.
- BRUNKOW, P.E., J.L. BADASH & P.A. HERMAN (2000a): Effects of flooding on salamanders in southern Illinois. – Document PAU-3-84-5. [<http://abstracts.co.allenpress.com/pweb/es2000/abstracts/PAU-3-84-5.html>]
- BRUNKOW, P.E., J.L. BADASCH & P.A. HERMAN (2000b): Effects of flooding on salamanders in the Horseshoe Lake State Conservation Area. – Carbondale. [<http://www.siu.edu/orda/igc/proceedings/100/brunkow.html>]
- COATNEY, C.E. (1982): Home range and nocturnal activity of the Ozark hellbender. – M.S. Thesis, Southwest Missouri State University, Springfield, MO.
- COOPER, H.R. (1975): Food and feeding selectivity of two cottid species in an Ozark stream. – M.S. Thesis, Arkansas State University, Jonesboro, AR.
- DODD JR., C.K. (1997): Imperiled amphibians: a historical perspective. – S. 165-200 in: BENZ, G.W. & D.E. COLLINS (Hrsg.): Aquatic fauna in peril: the southeastern perspective. – Southeastern Aquatic Research Institute, Lenz Design and Communications, Decatur, Georgia, Special Publication, 1: 1- 553.
- GROBMAN, A. (1944): The distribution of the salamanders of the genus *Plethodon* in eastern United States and Canada. – Annals of the New York Academy of Science, 45: 261-316.
- HILLER, W.R., B.A. WHEELER & S.E. TRAUTH (2005): Abnormalities in the Ozark hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis bishopi*) in Arkansas: a comparison between two rivers with a historical perspective. – Journal of the Arkansas Academy of Science, 59: 88-94.
- HILLIS, R.E. & E.D. BELLIS (1971): Some aspects of the ecology of the hellbender, *Cryptobranchus alleganiensis alleganiensis*, in a Pennsylvania stream. – Journal of Herpetology, 5: 121-126.
- HUMPHRIES, W.J. (1999): Ecology and population demography of the hellbender, *Cryptobranchus alleganiensis*, in West Virginia. – M.S. Thesis, Marshall University, Huntington.
- HUMPHRIES, W.J. (2005): *Cryptobranchus alleganiensis* (hellbender). Displacement by a flood. – Herpetological Review, 36: 428.
- MILLER, B.T. & J.L. MILLER (2005): Prevalence of physical abnormalities in eastern hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis alleganiensis*) populations of middle Tennessee. – Southeastern Naturalist, 4: 513-520.
- NICKERSON, M.A. (1980): Return of captive Ozark hellbenders, *Cryptobranchus alleganiensis*, to site of capture. – Copeia, 1980: 536-537.
- NICKERSON, M.A. & C.E. MAYS (1973a): A study of the Ozark hellbender, *Cryptobranchus alleganiensis bishopi*. – Ecology, 54: 1163-1165.
- NICKERSON, M.A. & C.E. MAYS (1973b): The Hellbenders: North American giant salamanders. – Milwaukee Public Museum Publications in Biology and Geology, 1: 1- 106.
- NICKERSON, M.A., K.L. KRYSKO & R.D. OWEN (2002): Ecological status of the hellbender, *Cryptobranchus alleganiensis* (DAUDIN) in the Great Smoky Mountains National Park, with comments on the mudpuppy salamander *Necturus maculosus*. – Journal North Carolina of Science, 118: 27-34.

NICKERSON, M.A., K.L. KRYSKO & R.D. OWEN (2003): Habitat differences affecting age class distributions of the hellbender salamander, *Cryptobranchus alleganiensis*. – Southeastern Naturalist, 2: 619-629.

PETERSON, C. (1979): Age and growth of the Ozark hellbender. – M.S. Thesis. Southwest Missouri State University, Springfield.

PETERSON, C.L. & R.F. WILKINSON (1996): Home range size of the hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis*) in Missouri. – Herpetological Review, 19: 28-29.

PFINGSTEN, R.A. (1990): The status and distribution of the hellbender, *Cryptobranchus alleganiensis*, in Ohio. – Herpetological Review, 21: 48-51.

PITT, A.L. & M.A. NICKERSON (2006): *Cryptobranchus alleganiensis* (Hellbender salamander). Larval diet. – Herpetological Review, 37: 69.

WHEELER, B.A., E. PROSEN, A. MATHIS & R.F. WILKINSON (2003): Population declines of a long-lived salamander: a 20+ year study of hellbenders, *Cryptobranchus alleganiensis*. – Biological Conservation, 109: 151-156.

Anhang

USGS Weblinks, auf die im Text Bezug genommen wurde:

USGS 2005 (Zugriff am 17. November 2005): [http://waterdata.usgs.gov/tn/nwis/discharge?site_no=03497300&agency_cd=USGS&begin_date=1997-](http://waterdata.usgs.gov/tn/nwis/discharge?site_no=03497300&agency_cd=USGS&begin_date=1997-01-01&end_date=2003-10-01&format=gif&set_logscale_y=0&date_format=YYY-MM-DD&rdb_compression=file&submitted_form=brief_list)

[01-01&end_date=2003-10-01&format=gif&set_logscale_y=0&date_format=YYY-MM-DD&rdb_compression=file&submitted_form=brief_list](http://waterdata.usgs.gov/tn/nwis/discharge?site_no=03497300&agency_cd=USGS&begin_date=1997-01-01&end_date=2003-10-01&format=gif&set_logscale_y=0&date_format=YYY-MM-DD&rdb_compression=file&submitted_form=brief_list)

USGS 2007a (Zugriff am 20. Januar 2007): http://waterdata.usgs.gov/nwis/dv?referred_module=sw&search_site_no=07057500&search_site_no_match_type=exact&state_cd=29&station_type_cd=Y_____&index_pmcode_00060=1&sort_key=site_no&group_key=NONE&sitefile_output_format=html_table&column_name=agency_cd&column_name=station_nm&period=&range_selection=date_range&begin_date=1943-01-01&end_date=1980-12-31&format=gif&set_arithscale_y=on&date_format=YYYY-MMDD&rdb_compression=file&list_of_search_criteria=state_cd%2Csearch_site_no%2Cstation_type_cd%2Crealtime_parameter_selection

USGS 2007b (Zugriff am 20. Januar 2007): http://waterdata.usgs.gov/nwis/dv?referred_module=sw&search_site_no=07057500&search_site_no_match_type=exact&state_cd=29&station_type_cd=Y_____&index_pmcode_00060=1&sort_key=site_no&group_key=NONE&sitefile_output_format=html_table&column_name=agency_cd&column_name=station_nm&period=&range_selection=date_range&begin_date=1968-01-01&end_date=1980-12-31&format=gif&set_arithscale_y=on&date_format=YYYY-MM-DD&rdb_compression=file&list_of_search_criteria=state_cd%2Csearch_site_no%2Cstation_type_cd%2Crealtime_parameter_selection

Eingangdatum: 15. Mai 2006

Adressen der Autoren der Originalarbeit: MAX A. NICKERSON, Florida Museum of Natural History, Division of Herpetology, University of Florida, P.O. Box 117800, Gainesville, FL 32611-7800, USA, E-Mail: maxn@flmnh.ufl.edu; AMBER L. PITT, Great Smoky Mountains Institute at Tremont, Townsend, TN 37882, USA, aktuelle Adresse: School of Natural Resources and the Environment, University of Florida, P.O. Box 117800, Gainesville, FL 32611-7800, USA; MICHELLE D. PRYSBY, Great Smoky Mountains Institute at Tremont, Townsend, TN 37882, USA, current address - Virginia Master Naturalist Program, Virginia Cooperative Extension, 460 Stagecoach Road, Charlottesville, VA 22902, USA.

